This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

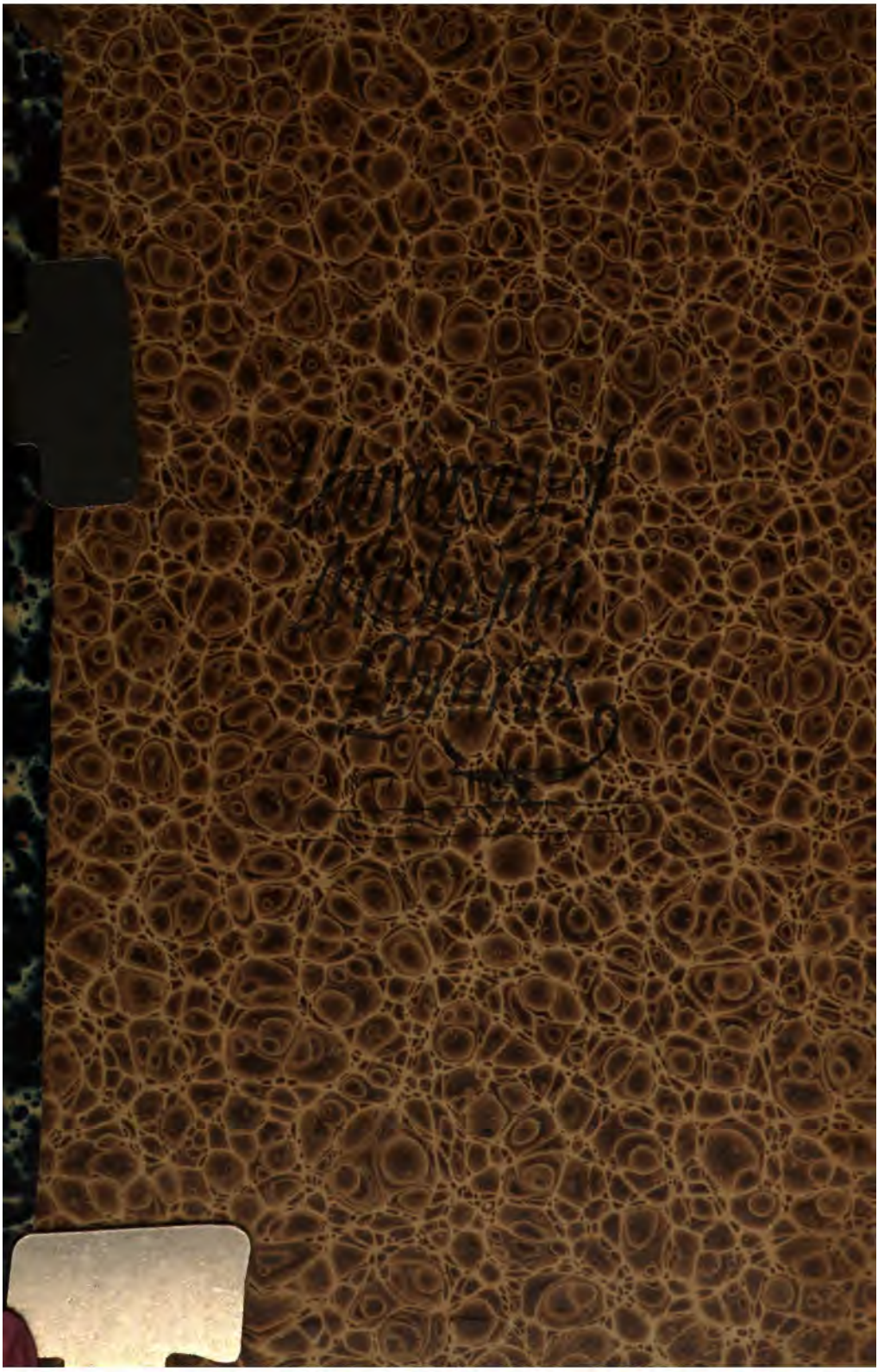
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

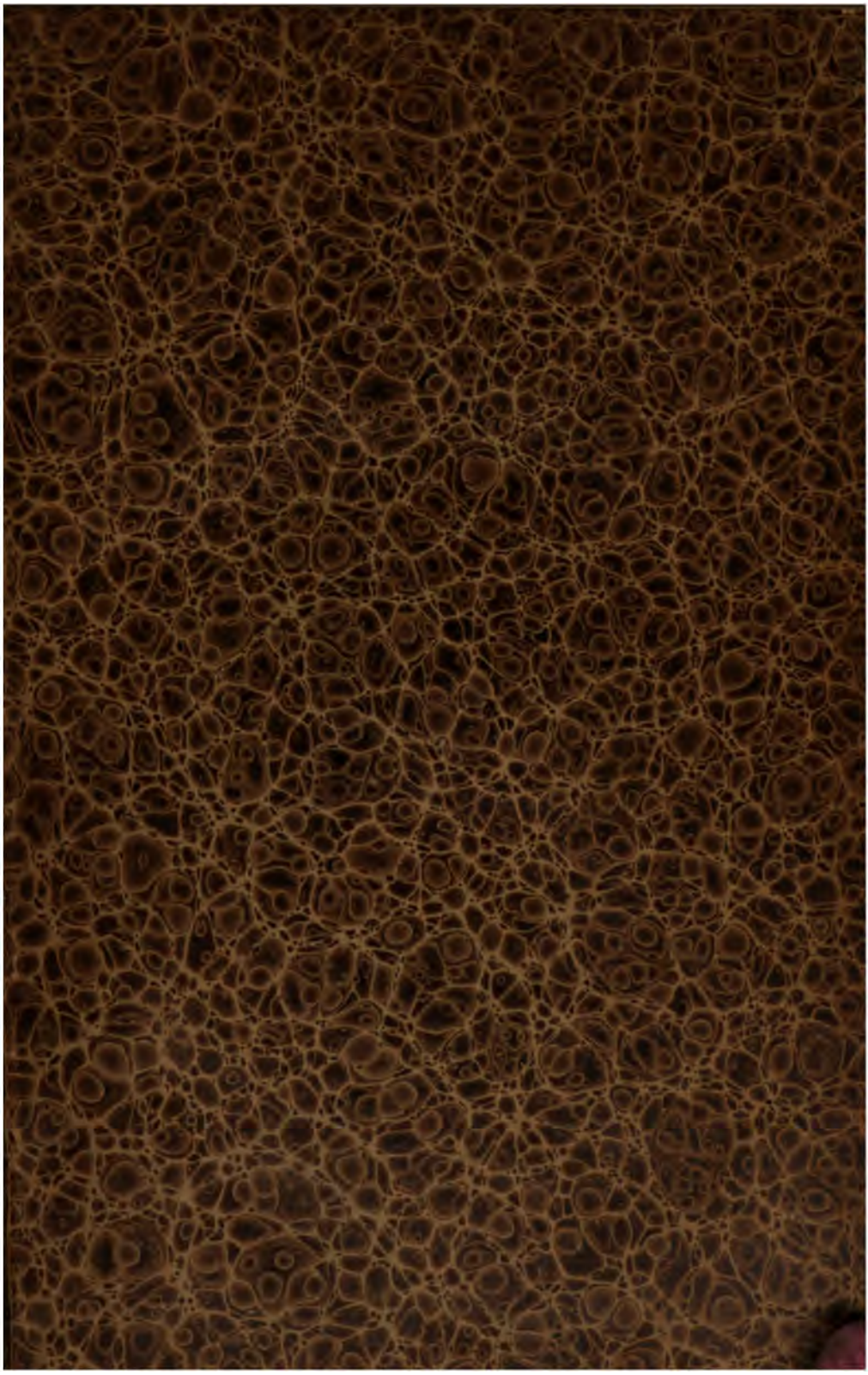
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`





NAVIGATION A VAPEUR

TRANSOCÉANIENNE

LAGNY. — IMP. DE A. VARIGAULT.

NAVIGATION

A VAPEUR

TRANSOCÉANIENNE

ÉTUDES SCIENTIFIQUES

AGITATION DE LA MER
STABILITÉ — FORMES DES NAVIRES — RÉSISTANCE A LA MARCHE
APPAREILS MOTEURS : ROUES — HÉLICE — VOILURE
CONSTRUCTION EN FER ET EN BOIS
AMÉNAGEMENTS — DIMENSIONS — VITESSE — RISQUES ET DANGERS

ÉTUDES ÉCONOMIQUES ET DE STATISTIQUE

SERVICES POSTAUX TRANSOCÉANIENS ANGLAIS ET FRANÇAIS
TRANSPORT DES PASSAGERS ET DES ÉMIGRANTS

PAR

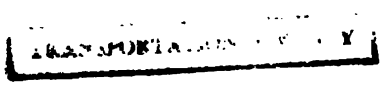
EUGÈNE FLACHAT
INGÉNIEUR

DEUX VOLUMES ET UN ATLAS
TOME SECOND

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BAUDRY, ÉDITEUR
15, RUE DES SAINTS-PÈRES
MÊME MAISON A LIÉGE

1866

Traduction et reproduction réservées.



Transportation
Library

VM
600
.F57
v. 2

Bernstein
2-15-39

Transport.

MT 25-1-010

CHAPITRE XVII

ÉTAT ACTUEL DE LA NAVIGATION TRANSOCÉANIENNE A VAPEUR.

Sommaire :

Des entreprises de navigation postale transocéanienne considérées comme service public. Des contrats passés entre l'État et l'industrie privée qui constituent ce service; de leurs résultats; de leur caractère; de leur avenir. Résumé de leurs principales dispositions. Distances à parcourir sans arrêts, Australie, Indes, Pacifique, Brésil, Antilles, Amérique du nord. Vitesse actuelle de marche. Des rapports qui se sont établis entre la vitesse de marche et les dimensions des navires, la puissance des moteurs et le port en charbon. Intérêt permanent à obtenir la plus grande vitesse possible; il n'est plus puissant entre l'Europe et les États-Unis que parce qu'il est l'expression des rapports entre les deux civilisations les plus avancées. Périodes d'accroissement de la vitesse depuis l'origine des communications régulières à vapeur transatlantiques (1841). Succès de la compagnie Cunard dans cette voie. Des diverses catégories de transport transatlantique. Différents types de navires qui s'adaptent à ces transports. Passagers de cabine; passagers de salle (steerage). Émigrants. Marchandises de valeur. Effets des subventions sur la rapidité de la marche des navires et sur leurs dimensions; ils ont devancé les efforts de la concurrence. Résultats obtenus par la compagnie du Royal-Mail. Rôles des navires à roues et des navires à hélice dans les communications transatlantiques. L'avenir semble appartenir aux derniers. Données statistiques sur la houille, considérée comme le combustible exclusivement employé dans la navigation à vapeur transocéanienne.

Le gouvernement Anglais a, le premier, compris que l'intérêt public exigeait le transport régulier, rapide et sûr des dé-

pêches et des correspondances entre l'Europe et les contrées ultra-océaniennes.

Cet intérêt était de deux natures : politique d'abord, quant aux possessions coloniales de l'Empire Britannique; commercial ensuite, et fondé sur l'échange des produits.

S'il importait au Gouvernement que le transport des dépêches politiques et des papiers administratifs pût être accompli rapidement, il était plus utile encore à la Communauté que le transport des correspondances commerciales fût fréquent, et que le tarif de transport fût excessivement modéré.

Sous l'empire de ces nécessités, que l'on peut placer au premier rang des besoins de la civilisation et de l'influence qu'une grande nation doit vouloir exercer autour d'elle, le Gouvernement Anglais contracta des marchés avec des Compagnies de navigation. Il procéda, tantôt par voie d'adjudication, tantôt par des négociations directes, pour fixer les prix qu'il lui convenait d'allouer au transport des dépêches et aux autres conditions du service, telles que la faculté de prescrire le nombre des voyages, le nombre et la puissance des navires, la vitesse de marche, le transport à prix réduit de ses agents et de son matériel.

Plus tard, les Etats-Unis et la France entrèrent dans la même voie. Les contrats passés par cette dernière sont en grande partie calqués sur les plus récents, consentis avec les compagnies Anglaises. Leurs stipulations constituent l'ensemble d'un service public complet et bien défini.

En contractant ces marchés, personne ne se doutait de la fécondité des résultats qu'ils devaient produire. Il eût fallu deviner l'avenir le plus incertain, en apparence, pour promettre aux entrepreneurs d'un service public aussi difficile qu'aventuré, qu'ils dépasseraient rapidement en habileté dans les construc-

tions navales et en puissance d'organisation, ce que les administrations les plus zélées et les plus savantes avaient si laborieusement essayé sans y réussir.

C'est qu'il y avait dans la combinaison même qui greffait un service public sur des intérêts commerciaux à l'état naissant, un germe de vie puissante et active, une cause et un besoin de développement incessants. C'était là comme partout où le travail, devenu le seul instrument de richesse et le plus grand foyer d'idées utiles, excite sans relâche l'activité individuelle et l'élève jusqu'au dévouement. Le besoin d'expansion, qui mène aujourd'hui l'humanité, s'attache, en effet, avec une ardeur audacieuse à tous les moyens de communication. Plus ils sont difficiles et hasardeux, plus ils intéressent. Le navire et le matelot, le train emporté à toute vitesse, s'emparent de l'imagination; la charrette et son conducteur, qui ne représentent plus la difficulté vaincue, passent inaperçus.

Depuis que les relations transocéaniennes ont grandi par la fréquence des transports des personnes et des choses, le revenu des tarifs postaux s'est accru dans une proportion plus considérable encore. Il approche, pour l'Angleterre, du chiffre des sommes payées aux Compagnies. Par une même cause, les produits commerciaux des entreprises postales tendent à couvrir les sacrifices que les conditions du nombre des trajets, de régularité, de vitesse et de sécurité leur ont imposés. Les esprits superficiels apercevant le moment où le tarif actuel des lettres couvrira les dépenses de transport, supposent que les entreprises transatlantiques ne puiseront plus la condition indispensable de leur existence dans le payement que l'État affecte à ses transports. On admet, il est vrai, que prochain pour certaines lignes Anglaises, ce moment est encore bien éloigné pour la France.

Tel est l'état des idées : cependant le sain examen des intérêts

semble démontrer qu'en ce ce qui concerne les services postaux, les combinaisons propres aux besoins de l'avenir ne doivent pas plus, pour l'Angleterre que pour la France, s'écarter sensiblement, dans l'avenir, de celles qui ont si bien fondé le présent.

Il y a, en effet, deux intérêts qui surgissent incessamment et qui deviennent exigeants jusqu'à l'inflexibilité. C'est d'abord l'abaissement du tarif des lettres. Non-seulement nul intérêt sérieux n'oblige une nation riche à rendre rémunératoire le transport des lettres à grandes distances, mais c'est au contraire un des services publics dont le prix devrait approcher le plus près de la gratuité. Un tarif sur les lettres ressemble à un droit sur les paroles. Il faut le réduire au chiffre qui laisse écrire le plus. Si la parole est la semence la plus féconde, la lettre, œuvre d'un esprit plus recueilli, plus près de la pensée, est plus précieuse. Elle emprunte à la distance un vif intérêt.

L'initiative de l'abaissement des tarifs postaux est due à l'Angleterre, et il n'est pas probable qu'elle s'arrêtera dans cette voie. On conçoit cependant qu'elle hésite à consacrer, par un nouveau marché postal, un nouvel abaissement du tarif des lettres. Les progrès de l'art naval tendent à combler l'intervalle qui existait encore, il y a peu d'années, entre les qualités de vitesse des navires postaux et ceux du commerce ordinaire. Avant que l'hélice eût pris le rang qu'elle occupe aujourd'hui dans la navigation transatlantique, le *Scotia* et le *Persia* dominaient la mer de très-haut en vitesse, régularité et confort; mais le coût de ces navires était tel, soit comme construction, soit comme exploitation, que cela faisait dire à leur armateur, M. Cunard, dans l'Enquête Parlementaire sur les contrats postaux, « qu'en dehors du traité avec le gouvernement, ces navires ne valaient pas un shelling. » Il est vrai qu'à ces mots significatifs il ajoutait que « la perte d'une des malles entre

l'Angleterre et New-York serait un malheur public : une perte presque irréparable. » La vérité était, sans aucun doute, entre ces deux exagérations; cependant, elles furent accueillies. Le *Scotia* est devenu, à cause des progrès de l'hélice, plus que jamais impossible sans subvention, et la subvention va s'éteindre; mais le *Scotia* ne sera fructueusement remplacé par un navire plus rapide et moins coûteux que lui, qu'autant que le transport des lettres lui sera attribué, et ajoutera son produit au produit commercial. Si l'Angleterre veut conserver la supériorité, en fréquence et en rapidité, du service postal transatlantique, elle devra la payer. C'est l'incertitude où elle a laissé son entrepreneur à cet égard qui a rendu, dans ces dernières années, les pas de celui-ci si faibles et si lents que la France vient de le dépasser. En abrégeant à cinq ans, puis à deux ans, la durée de ses contrats, le gouvernement Anglais a causé un arrêt sensible dans les progrès de l'art de traverser l'Océan à grande vitesse. La France, d'abord hésitante et incertaine devant cet exemple, a trouvé et saisi l'occasion de l'emporter sur sa rivale; elle a pris le pas. Il y a des raisons pour qu'elle le garde.

La cause de l'inaction du Gouvernement Anglais est uniquement dans l'incertitude de l'opinion publique à l'endroit des contrats de ce genre. Ainsi, tout récemment encore, le Gouvernement vient de relever, par une large subvention, la ligne de correspondance d'Australie, des désastres successifs qu'une subvention insuffisante avait amenés, et cette résolution a été unanimement approuvée. C'est que la nécessité en était bien comprise: C'était la seule solution possible devant l'insuffisance du trafic.

Cependant le public, habitué en Angleterre à donner l'impulsion à son Gouvernement dans de pareils intérêts, se demande si l'importance du trafic entre New-York et la Grande-Bretagne, si la fréquence des trajets qui en est la conséquence, si l'inces-

sant progrès dans la rapidité de marche des navires ne fourniront pas des moyens d'accomplir le service postal, en confiant le transport des dépêches aux navires les plus rapides, soit au prix du tarif payé par le public, soit même à un prix inférieur.

Si la question est posée dans ces termes, c'est qu'elle n'est pas comprise.

Le transport des lettres ne doit pas se contenter des vitesses, même des plus grandes vitesses que le trafic des passagers et des marchandises a créées; il doit exiger incessamment le progrès de l'art d'aller vite. Les Administrations, chargées de la direction du transport des correspondances, n'ont jamais eu de but plus pressant à atteindre. Elles se sont toujours, sous ce rapport, mises en tête des autres intérêts de circulation rapide, parce qu'elles obéissaient en cela à une impulsion aussi énergique qu'intelligente, celle du sentiment public bien déterminé. Elles ont marché résolûment dans cette voie, parce qu'elles savaient qu'il n'y avait aucune chance d'y voir reculer l'opinion et de rester responsable d'efforts peut-être aventurés.

Il n'y a pas à douter que cet intérêt subsistera, qu'il grandira même. Aussi dès que l'insuffisance d'un système qui n'aura pas donné le maximum de rapidité compatible avec la régularité, la fréquence et la sécurité du transport des lettres, sera démontrée, le réveil de l'opinion démontrera aussi que l'Administration postale Anglaise a abandonné la vraie ligne, celle qui ne trompe jamais, et qui consiste à payer ce que l'on veut obtenir.

Or, cette insuffisance est prochaine. Aucun navire, il est vrai, n'est assez rapide pour prendre la succession de la C^ie^ Cunard, mais cet armateur n'a plus un matériel naval égal en rapidité et en économie de navigation à celui qui est sorti récemment des chantiers qui ont reçu les commandes de la France.

La Compagnie transatlantique, limitant ses premiers pas aux vitesses atteintes par les compagnies Anglaises, ses rivales, a compris, et elle a compris avant elles, qu'elle devait non-seulement dépasser les vitesses auxquelles son cahier des charges l'obligeait, mais qu'elle devait même dépasser, si cela était possible, les vitesses anglaises; elle y a réussi. Ce résultat, le Gouvernement Anglais l'eût obtenu avant nous s'il l'avait sollicité par des contrats donnant quelque garantie de durée, au lieu de se traîner timidement dans de courts et successifs prolongements, sorte de cercle vicieux, résultat d'hésitations qui en entraînent de semblables dans l'industrie et suspendent le progrès de l'expérience et de l'art.

Il n'est pas difficile d'ailleurs de reconnaître, dans l'opinion, le point de départ de ces hésitations; il est dans l'inconsistance des idées courantes sur cette question, si ardue en apparence, si simple en réalité, des contrats passés entre les Gouvernements et les compagnies ou les individus.

Ce n'est pas l'inconsistance des idées, c'est le désordre des idées qu'il faudrait dire. Qu'on en juge par des exemples :

Des Communautés traitent avec des individus ou des sociétés pour leur fournir le gaz ou l'eau, suivant un tarif longuement et publiquement débattu. Le bienfait est reconnu. Les établissements s'élèvent, et la sympathie publique leur est acquise. Mais la perception du tarif éteint immédiatement ce sentiment; on ne se plaint cependant pas trop si l'entreprise se ruine ou se traîne péniblement; mais si elle prospère, le reproche de monopole surgit; les principes sont invoqués; l'intérêt public a été sacrifié; le contrat compromet les magistrats édilitaires qui l'ont signé. Il faut le revoir et en exproprier ses possesseurs; car l'intérêt public est plus que la loi, plus que la loyauté des transac-

tions : Il est la *force majeure !* et il peut déchirer demain le contrat par lequel il s'est lié hier pour un quart de siècle.

Les Gouvernements contractent, pour la viabilité du territoire, des engagements avec de riches et puissantes sociétés. Il s'agit de couvrir le pays de voies de communication : canaux, chemins de fer. Quelques-unes de ces entreprises se ruinent ; la plupart prospèrent parce que leur utilité avait été bien comprise ; toutes passent par des commencements difficiles ; le contrat primitif contenait des éventualités impossibles à mesurer exactement. Dans les circonstances mauvaises, l'État les aide ; il en est autrement quand elles prospèrent ; alors il se croit obligé de leur demander des sacrifices. Elles subissent ainsi justement la réaction alternative des secours et des exigences du public. Le Gouvernement s'interpose en modérateur ; mais il obéit au fort et entreprend sur le faible. Il ne va pas jusqu'à compromettre l'existence d'entreprises liées à la vie même de la société ; mais sa protection perd en puissance ; le contrat est devenu précaire ; l'esprit d'entreprise et de développement est suspendu parce qu'il ne peut découler que du succès, et que le succès a été escompté par des sacrifices anticipés. Alors les oscillations du Pouvoir administratif effraient les plus entreprenants, et cela parce que le mot monopole prononcé sur les contrats les a dénaturés dans l'opinion publique.

Une nation veut produire du fer ; elle a, en elle, les moyens naturels de le fabriquer à des prix égaux ou inférieurs à ceux de l'étranger ; mais la Communauté, se trompant sur l'intérêt public, a engagé le minerai, la houille, les forêts dans un régime légal et administratif à la fois spécial et exclusif. De plus, ses efforts pour exécuter des canaux ont été insuffisants. Les producteurs demandent alors, avec raison, un droit protecteur contre les fers étrangers ; mais le cri : au monopole ! est élevé contre eux par les consommateurs, qui ne comprennent pas que

ce que demandent les producteurs du fer c'est la liberté de produire, liberté dont tous les éléments ont été viciés par des monopoles que des lois inintelligentes ont élevé contre le travail, la production et la circulation.

Les récoltes s'annoncent mal. Des individus, agissant dans le libre usage de leur liberté et de leurs moyens, achètent des grains; les Gouvernements eux-mêmes encouragent ces achats. Le renchérissement se produit, la spéculation va réussir : elle était tout à l'heure d'intérêt public, mais, la hausse survenue, à l'instant tout change; le peuple crie au monopole! à l'accaparement! et si le blé n'est pas bien caché, le Gouvernement est impuissant à le protéger contre le pillage.

Ainsi, qu'il s'agisse de contrats pour assurer des services publics, qu'il s'agisse d'industrie, qu'il s'agisse d'achats ou de ventes entre individus, que les contrats soient préparés par la libre initiative de l'État appelant le concours des forces individuelles ou des forces de l'association, que ces contrats soient protégés par les lois qui garantissent la libre concurrence, rien n'y fait : le mot monopole s'élève, il est immédiatement travesti en celui d'intérêt public. Il a, au moral, les effets de l'incendie! il rassemble tout le monde, excite presque tous les intérêts, dissout les contrats, balaye les traditions de loyauté; c'est l'arme à deux tranchants dans toutes les questions. Cette arme a blessé les partisans eux-mêmes de la liberté, car ils en ont abusé sans nécessité contre la protection. La liberté du travail eût fait et elle achèvera son chemin dans le monde industriel, sans qu'il soit nécessaire de se servir pour elle de cette arme dangereuse, car elle est une loi et une condition du travail; elle est une simple question de prix de revient.

Cette propriété dissolvante du mot monopole vient donc de ce

qu'il est mal appliqué parce qu'il est mal compris. Mais, pour le faire comprendre, les faits valent mieux que les définitions. Entre le Fermier Général et la Régie des Contributions, il y a la différence du monopole. Le but est le même cependant, et l'action ne diffère pas beaucoup; mais pour l'un, elle a pour mobile l'intérêt direct du lucre : toute injustice profite au fermier; pour l'autre, le mobile est plus élevé, non moins exigeant, c'est le devoir : toute injustice profite à l'impôt. Le zèle de l'agent donne à l'intérêt public la priorité sur la justice. Le contribuable maudissait le fermier, il accepte le recenseur, et s'il se voit injustement traité, c'est à l'organisation de la perception et non aux hommes qu'il s'en prend.

Le caractère du monopole du Fermier Général, c'était que celui-ci profitait personnellement de l'injustice qu'il commettait, et s'il est resté quelque chose du monopole dans le mode actuel de perception de l'impôt, c'est d'avoir saisi des réclamations, une juridiction spéciale. Il y a là un reste des anciennes habitudes du monopole gouvernemental : celui qui n'accepte pas, pour le contrôle de ses agents, les juges naturels de l'individu. A part cela, ce mode approche le plus de ce que chacun ferait pour soi-même. Cet exemple définit la différence entre le monopole et l'action autoritaire déléguée à la Communauté.

En fait de service public, l'État s'est réservé pour lui seul la fabrication de la poudre et celle du tabac. Divers éléments entrent dans cette exploitation : le prix de revient, la qualité du produit et le prix de vente. L'État fixe le prix de vente, c'est l'impôt; il est dans son droit. Mais il est seul maître du prix de revient et de la qualité; il peut fabriquer chèrement et mal sans contrôle et sans recours du public. Là est le monopole, c'est-à-dire le profit à l'injustice.

Attribuer le caractère du monopole au transport des lettres

qui est réservé à l'État, c'est l'abus des principes. Un principe d'ordre public fait une nécessité de confier ce service à l'Etat ; mais celui-ci agit sagement en empruntant, pour l'effectuer, tous les moyens de locomotion que l'industrie lui offre : les chemins de fer, les messageries, les navires. Il ne profite de l'économie d'aucune de ses meilleures conceptions ; c'est le public qui en profite exclusivement. Il n'a aucun intérêt à mal faire, ou à faire moins bien que ce qui est possible. Ce concours qu'il demande à l'industrie pour un service public dans le sens absolu et exclusif du mot, est une entreprise : c'est un travail acheté et vendu ; ce n'est pas là un monopole. S'il y a monopole, il serait bien plus dans le droit attribué à l'État de fixer, pour le public, la taxe des lettres, que dans le transport effectué par l'industrie pour un prix débattu.

La Communauté donne à l'entreprise un service public ; elle en détermine toutes les conditions. Ces conditions forment un ensemble de droits et d'obligations précises. Elle a retiré ce service de la libre concurrence, parce que celle-ci ne remplirait pas cet ensemble de conditions aussi avantageusement pour le public. Si cela est vrai, il n'y a pas de monopole ; si c'est une erreur, le caractère du monopole doit s'attacher à ce contrat. L'intérêt public a été mal interprété et la Communauté mal engagée.

On peut ainsi passer au crible de l'utilité publique tous les contrats passés par l'État pour des services publics. Partout où le contrat sera motivé par des intérêts de sécurité, d'économie et d'ordre public, où le prix a été sincèrement discuté, où le contrôle reste au public ou à l'Etat, c'est un marché qui est l'expression d'une certaine quantité de travail donnée pour un certain prix. Si les bases du marché sont différentes ; si l'ordre public ne le motive pas ; si le prix manque de sincérité ; si le contrôle est absent ; s'il est apparent que la libre concurrence ferait

mieux; si, en un mot, l'intérêt public a été privé des avantages et des garanties auxquels il a droit, le caractère du monopole paraît, et il peut être invoqué contre le contrat.

On dira que ce mode de discuter n'est pas scientifique, qu'il n'est pas consacré par la science économique, qui veut que le mot monopole signifie tout pouvoir donné à un individu de faire exclusivement ce que tous pourraient faire aussi bien que lui.

Mais, d'abord, rien, dans notre argumentation, ne s'oppose à cette définition; loin de là, car la conséquence de notre point de vue, c'est que la Communauté ne doit jamais céder à personne un droit qui peut être aussi utilement exercé par tout le monde. C'est donc à la faculté de présenter les conditions les plus avantageuses qu'il faut subordonner la cession du droit.

Ce qui paraît irrationnel, ce qui est contre toute science, parce que cela est contre toute logique, c'est de donner le nom de monopole aussi bien à ce qui est bon qu'à ce qui est mauvais, à ce qui est utile aussi bien qu'à ce qui est nuisible : c'est de ranger dans cette catégorie d'actes entachés d'un péché originel, les plus belles entreprises des temps modernes; de les considérer comme issues d'idées contraires à la liberté : comme un état exceptionnel, transitoire, en un mot comme l'œuvre de principes dont l'erreur discréditerait d'avance la tendance croissante de la Communauté à appeler des individus ou des associations pour entreprendre les services publics.

Ce que l'on affaiblit en égarant ainsi l'esprit public, c'est le levier qui a servi depuis trente ans à soulever la puissance productrice du pays: c'est le moyen qui a porté la plus grande part de l'épargne, accumulée dans toutes les conditions sociales, vers les entreprises qui se rattachent le plus intimement, par les services publics, à la prospérité de l'agriculture et de l'industrie.

C'est par ce caractère tout spécial de l'association, appelée par les Gouvernements à la création des moyens les plus perfectionnés de communication, que notre époque est à la fois originale et grande. Que sont les faibles ressources budgétaires à côté du capital considérable qui a pu être réalisé par le concours du Gouvernement et des associations, concours qui seul pouvait réussir, en France, à appeler l'épargne privée aux œuvres les plus utiles à l'activité individuelle et à la richesse publique?

Pour moins d'un milliard, depuis longtemps largement remboursé, soit directement, soit par le produit de l'impôt, l'Etat en a fait sortir dix de l'épargne individuelle, et jamais meilleur emploi n'a été fait de l'épargne ainsi consacrée par la nation à son propre bien.

En comparant la grandeur des résultats obtenus à la faible proportion du concours financier du Gouvernement, on est conduit à cette conséquence que ce concours a une valeur morale très-supérieure à celle du capital pour lequel il participe. C'est une sanction qui inspire la confiance; c'est une garantie tacite, mais réelle, devant laquelle tous ceux qu'intéresse la sécurité du placement de l'épargne se rassurent.

Doit-on croire qu'un si puissant instrument de force soit brisé? Que si quelque partie de cet ingénieux mécanisme a été faussée, ce soit une raison pour tout abandonner? N'est-il pas naturel, au contraire, de penser que plus les Gouvernements se rapprochent des peuples, plus ils sont éclairés et moraux, plus ils doivent tendre à provoquer toutes les activités dans la direction des œuvres qui importent le plus à la richesse publique. Et puisque l'une des plus belles facultés de l'individu est de savoir s'associer, de savoir réunir les forces intellectuelles et financières, faut-il admettre que là où l'association commence doit commencer l'isolement et l'égoïsme contre lesquels il est bon

d'appeler la défiance et l'hostilité, en prétendant qu'un monopole a pris naissance et s'arme contre la société? S'il est à la fois injuste et inhabile de voir le privilége dans l'association appliquée à l'industrie, l'est-il moins quand elle s'applique aux services publics suivant des conditions librement débattues avec la Communauté représentée par le Gouvernement ou par l'Édilité?

Les besoins sociaux et les services publics qui en émanent ont grandi, et ils grandiront incessamment, sans trêve ni repos, et en raison directe du degré de civilisation. La Communauté ne demande pas plus à l'individu de faire sa part spéciale de ces services, que celui-ci ne s'impose à lui-même de fabriquer ses vêtements, de préparer sa nourriture, de construire son abri. Les services publics, qui ont pour base l'instruction, l'hygiène générale, la circulation des hommes et des choses, l'alimentation, l'assistance, etc., ont pris rang parmi les grandes industries, parmi les branches du travail intellectuel et matériel les plus précieuses à la société. Vouloir en isoler l'exercice entre les mains du Gouvernement, sans le concours de tous, est une tendance insensée, hostile au sentiment démocratique, à la fusion des classes, à la solidarité de toutes entre elles. Cela a été rêvé, cela a été essayé en vain. C'était d'ailleurs impossible. Il a fallu qu'il intervînt une forme, un procédé par lequel l'activité individuelle fût appelée à concourir à ces services, sous la direction de l'Etat et le contrôle du public. Elle a été trouvée, et, aussitôt trouvée, elle a produit d'immenses bienfaits. Maintenant on croit en avoir extrait le suc et on ébranle l'arbre qui a produit une si puissante végétation. On appelle son ombre privilége, et l'exercice d'un contrat librement débattu, monopole. Privilége ou monopole, c'est l'appât que l'on jette à l'animosité des intérêts qui veulent tout obtenir sans condition.

Ces erreurs sont funestes, mais elles passeront. C'est une condition fatale de l'esprit humain de secouer, à de certains intervalles, tous les liens qui forment le faisceau social. Cela produit des périodes de ralentissement dans la marche du progrès. L'organisation s'arrête, mais elle reprend bientôt sa direction et son élan. L'activité générale, qu'elle se compose de services publics ou d'industrie, ne continuera à s'organiser que sur une seule base, le concours de tous par l'association individuelle. De la fondation de l'édifice à son sommet, de l'œuvre individuelle de l'ouvrier à l'entreprise des chemins de fer qui coûte des milliards, l'association réunira toutes les forces nécessaires. La forme actuelle pourra être améliorée ; elle a peu failli, et elle a dépassé par de plus grandes choses les Puissances les plus absolues dont la mémoire des hommes ait conservé le meilleur souvenir ; elle a rang de besoin social de premier ordre, et, loin de le perdre, elle y sera maintenue, elle y sera de plus en plus appréciée par les progrès des lumières et de l'opinion.

Il convient d'exposer ici les conditions générales du service de transport des dépêches exécuté par les Compagnies de navigation transatlantique.

L'Etat impose l'itinéraire et le nombre des trajets, les ports de départ et d'arrivée, ainsi que les escales qu'il se réserve d'ajouter ou de retrancher. Il exige un cautionnement, il prescrit le nombre et la puissance des paquebots ; il surveille l'ensemble et les détails de leur construction, il ne les reçoit qu'après essai et qu'autant qu'ils remplissent les conditions qu'il a imposées ; il prescrit les dispositions générales des emménagements, le nombre et la dimension des embarcations, des ancres et des cordages ; il fait vérifier l'état du navire avant chaque départ ; il règle le nombre et la composition des équipages, les mesures relatives au service des postes à bord ; il concède la faculté de

transporter des passagers et des marchandises, mais en en réglant, en partie, l'exercice; il impose un rabais de 30 pour 100 sur les passagers officiels et sur les transports de l'Etat; la gratuité du transport des missionnaires, sœurs et autres membres des ordres religieux munis d'autorisations; il fixe les jours et les heures de départ, la vitesse en marche, les pénalités en cas de retard, la durée de la concession, et il peut disposer, en cas de guerre, du matériel naval des Compagnies.

Les agents de sa surveillance sont un Commissaire Général au siége du Gouvernement; dans les ports de départ, d'escale et d'arrivée, un Commissaire et une Commission; pendant la construction et pour la réception, des ingénieurs; enfin un agent et des employés du service des postes.

L'ensemble de ces prescriptions est écrit dans un cahier des charges annexé au décret ou à la loi de concession. Nous en donnons l'extrait suivant, qui s'applique à la Compagnie des Messageries Impériales et à la Compagnie Transatlantique :

La Compagnie s'engage à desservir pendant . . . . . ans les lignes postales de . . . . . conformément aux clauses et conditions du cahier des charges, moyennant le paiement d'une subvention annuelle moyenne de . . . . . .

Si, par suite de circonstances de guerre ou d'événements imprévus ayant un caractère général et public, le frêt des navires charbonniers ou le taux de l'assurance maritime, dans les mers de . . . . . , venait à éprouver une hausse considérable et de nature à rendre insuffisant le concours de l'État, il pourrait être alloué à la Compagnie une indemnité qui serait réglée par décret, le Conseil d'État entendu.

ART. 1er. — Le service à exécuter comprend une ligne principale et les services annexes indiqués ci-après.

L'itinéraire principal partant . . . fois par mois de . . . , en communication avec les services de . . . . . par . . . . . et les aboutissant à . . . . . , est fixé ainsi qu'il suit :

. . . . voyages par an, parcours annuel, ... lieues marines.

La distance à parcourir annuellement sur la ligne principale et les annexes est de. . . . . lieues marines.

Le ministre aura la faculté de supprimer des escales ou d'en établir de nouvelles; d'augmenter le nombre des services ordinaires sur les lignes ci-dessus mentionnées, ou bien encore d'établir des services nouveaux.

La Compagnie s'engage à transporter gratuitement les correspondances sur la ligne principale et sur les lignes annexes, ainsi que sur toute la ligne, soit parallèle, soit de prolongement ou d'embranchement, qu'elle ajouterait spontanément aux services qui font l'objet du présent marché, et pendant tout le temps qu'elle maintiendrait ces lignes.

Elle est tenue, en outre, de transporter gratuitement les espèces d'or et d'argent pour le service de l'État.

L'administration, après avoir pris l'avis de la Compagnie, fixera les jours et heures de départ des points extrêmes, tant des lignes principales que des embranchements.

Elle règlera aussi le temps maximum à passer aux escales, en tenant compte des besoins du service pour les dépêches, les voyageurs et les marchandises, et déterminera enfin la durée des traversées.

Les paquebots ne pourront faire escale ou relâche en d'autres points que ceux désignés par le présent cahier des charges, ou fixés comme il est dit ci-dessus.

Il est interdit à la Compagnie d'embarquer ou de débarquer des voyageurs et des marchandises ailleurs que dans les ports de relâche réglementaires.

La Commission du Gouvernement, à . . . . . sera chargée de veiller à l'exécution des clauses du présent cahier des charges.

Il pourra être institué, dans le même but, des commissaires du Gouvernement, soit à . . . , soit à . . . . . , soit à . . . . .

Les commissaires du Gouvernement auront le droit de faire, à bord des paquebots, toute visite et vérification qu'ils croiront nécessaires, et ils pourront se faire accompagner, à cet effet, des personnes qu'ils jugeront capables de les assister dans leur examen.

Une commission de surveillance, composée de personnes appartenant à la marine militaire, à l'administration et au commerce, sera constituée dans chacun des ports, têtes de ligne, où cela sera jugé nécessaire. La formation en appartiendra au Ministre des Finances. Dans les visites et vérifications que le commissaire du Gouvernement fera à bord des paquebots, suivant le droit qui lui en est attribué par l'art. , il pourra réclamer le concours de chacun des membres de cette commission.

La commission prononcera sur toutes les décisions qui pourraient être prises par le commissaire du Gouvernement, et dont la Compagnie croirait devoir appeler devant elle.

Au moment du départ des paquebots, le tirant d'eau fixé pour la pleine charge sera vérifié par les soins du commissaire du Gouvernement, lequel s'assurera que l'équipage est au complet, et constatera l'heure du départ du bâtiment.

Le commissaire du Gouvernement et les agents des postes pourront, lorsqu'ils le jugeront convenable, exiger la communication du journal de bord.

La Compagnie s'engage à avoir à flot, . . . ans après la date du décret de concession, ... bâtiments à vapeur, mus par . . . . . chevaux nominaux.

A la même date, le service de toutes les lignes sera en pleine activité.

La Compagnie aura le droit de devancer l'époque ci-dessus fixée, en prévenant, un mois à l'avance, l'Administration des postes.

Après ces délais, et pendant la durée du traité, la Compagnie sera tenue de justifier, à toute réquisition, de la possession de . . . . bâtiments, donnant ensemble au minimum la force de chevaux nominaux stipulée au présent article.

Les paquebots employés par la Compagnie devront naviguer sous pavillon français.

Ces . . . . navires devront être ou avoir été construits en France ou moitié en France, moitié à l'étranger.

La Compagnie fera connaître les chantiers et ateliers dans lesquels seront effectuées les constructions.

L'administration se réserve le droit d'exercer sa surveillance sur l'ensemble et sur tous les détails de ces constructions. Elle aura la faculté de déléguer à cet effet des agents qui pourront se faire communiquer les plans et marchés, et auxquels les chantiers et ateliers seront ouverts en tous temps.

La Compagnie sera tenue de remplacer, dans le délai de . . . mois, celui de ses navires qui viendrait à se perdre ou à être mis hors de service, de manière à compléter un minimum de . . . . . chevaux.

Les vitesses moyennes, par heure, devront être de :

. . . . nœuds sur la ligne principale, et de . . . . nœuds sur les embranchements.

Les bâtiments affectés au service des lignes mentionnées à l'art. 1er ne seront employés qu'après avoir été examinés et reçus par une commission spéciale, nommée par le Ministre des Finances, laquelle aura, seule, qualité pour autoriser la mise en service. Cette commission s'assurera que les bâtiments satisfont aux conditions suivantes :

1° Que les navires et les appareils sont en bon état, d'une solidité

suffisante, et propres au service postal et commercial auxquels ils sont destinés ;

2° Que les chaudières peuvent supporter à froid, sans déformations sensibles, la charge d'épreuve en usage dans la marine impériale ;

3° Qu'au tirant d'eau moyen correspondant au demi-chargement, les vitesses des navires sont supérieures de deux nœuds aux vitesses moyennes fixées pour chaque ligne ;

4° Que le travail des machines, mesuré sur les pistons au moyen de l'indicateur, est égal à autant de fois deux cents kilogrammes par seconde qu'il y a de chevaux dans la puissance nominale mentionnée dans l'art. 17 ci-dessus, savoir :

. . . . . chevaux en moyenne pour la ligne principale.

Et . . . . . chevaux, en moyenne, pour les embranchements.

Toutefois il sera accordé une tolérance de 5 pour 100 en moins sur la valeur de ce travail mécanique, si le navire satisfait à la condition de vitesse ci-dessus mentionnée.

Les paquebots seront installés comme les meilleurs paquebots-postes français ou étrangers ; ils comprendront, indépendamment des chambres nécessaires au logement de l'état-major et du poste d'équipage, des aménagements propres à recevoir des passagers de deux classes. Les installations seront pourvues de tous les objets nécessaires à l'usage des voyageurs.

Chaque paquebot devra embarquer, outre l'approvisionnement de combustible nécessaire pour accomplir la traversée à laquelle il est destiné, une réserve au moins égale au dixième dudit approvisionnement.

Il devra également prendre l'eau et les vivres solides et liquides nécessaires pour l'équipage et les passagers, même en cas de retard dans la navigation. Chaque paquebot des lignes principales devra être pourvu d'un appareil distillatoire.

Chaque paquebot sera, en outre, pourvu d'embarcations de sauvetage, et de tous les objets d'armement exigés à bord d'un navire de commerce de première classe, des rechanges et des approvisionnements nécessaires pour assurer une bonne navigation. La commission chargée de la réception desdits navires en examinera l'inventaire, qui sera arrêté définitivement par l'administration, la Compagnie entendue, et devra toujours être tenu au courant.

Les ancres, les câbles, les chaines et autres objets en fer auront des dimensions et une force d'épreuve réglées d'après ce qui aura été décidé par le Ministre des Finances, sur l'avis du Ministre de la Marine, la Compagnie entendue.

Tous les objets d'armement devront de même offrir toutes les garanties nécessaires à une bonne et sûre navigation.

Les paquebots se soumettront aux prescriptions réglementaires de la marine, pour les feux de position à entretenir à bord.

A chaque départ, le commissaire du gouvernement pourra vérifier si rien ne s'oppose à ce que le bâtiment puisse mettre en mer sans compromettre le service postal et la sûreté des personnes. S'il jugeait qu'il y eût lieu de l'empêcher, il convoquerait immédiatement la commission de surveillance, qui aurait le droit d'exiger que le bâtiment fût remplacé.

Les paquebots, leurs machines et leurs objets d'armement devront être tenus en état constant de bon entretien.

Des inspections seront faites par tels agents que le Ministre des Finances voudra commettre à cet effet, afin de s'assurer de l'état du matériel, et de tenir la main à ce que la Compagnie n'apporte aucune négligence dans cette partie du service.

Chaque paquebot a un équipage dont le minimum est fixé ainsi qu'il suit : (énumération détaillée du personnel du bord).

La Compagnie aura la faculté de transporter, par les paquebots, des passagers et des marchandises.

Le produit du transport des passagers, des matières d'or et d'argent et des marchandises, appartiendra à la Compagnie.

Le produit de la taxe des correspondances et de leur transport appartiendra à l'administration des postes.

La Compagnie ne pourra faire aucune opération commerciale, soit pour son compte, soit en participation, sur toutes les lignes indiquées au présent cahier des charges.

Les passagers fonctionnaires, civils ou militaires, et les ecclésiastiques français voyageant sur réquisition de l'administration seront admis sur les paquebots de la Compagnie, avec leur famille et leur suite, en vertu d'une lettre des commissaires du Gouvernement en France; ou à . . . , ou à . . . . . , ou à . . . . . ., des gouverneurs et des commandants de station dans nos colonies, à 30 pour 100 de rabais sur les prix qui seront adoptés par la Compagnie, tant pour les passagers de première et de deuxième classe, que pour les passagers de pont.

Les lazaristes, missionnaires, sœurs de charité et tous autres membres des ordres religieux seront, s'ils sont Français, admis gratuitement à bord des paquebots, en France, sur la réquisition du Ministre des Finances, transmise par les commissaires du Gouvernement; dans nos colonies, sur celle des gouverneurs; et, à l'étranger, sur celle des agents diplomatiques et consulaires.

Les marins, les soldats convalescents des stations et garnisons coloniales, les rapatriés et les indigents seront transportés aux frais de

l'Etat, au prix de sept francs par jour, nourriture comprise; la nourriture sera celle de l'équipage pour les classes énumérées ci-dessus, à l'exception des sous-officiers, qui seront admis à la table des maîtres d'équipage.

Le nombre des personnes embarquées, aux termes des deux paragraphes précédents, ne pourra excéder, sur chaque ligne, dix par voyage, sans le consentement de la Compagnie.

Le département de la Marine aura, sur chaque paquebot, droit à vingt places pour sous-officiers, marins ou soldats et personnes assimilées, au prix de sept francs par jour et aux conditions de nourriture indiquées ci-dessus.

Les passagers seront traités convenablement à bord. Un registre sera toujours ouvert pour recevoir les plaintes que l'on croirait pouvoir exprimer. La commission de surveillance appréciera l'importance de ces plaintes, et jugera s'il y a lieu d'en référer au Ministre des Finances. Dans ce cas, le Ministre aura le droit de provoquer le remplacement des agents reconnus coupables.

La Compagnie sera tenue, sur chaque ligne, de recevoir à bord de ses paquebots, quand elle en sera requise, jusqu'à concurrence du dixième du tonnage du bâtiment, les armes et approvisionnements de diverses natures destinés au service de l'État. Les frais de transport de ces objets seront payés avec un rabais de 30 pour 100 sur le prix du tarif établi par la Compagnie. En cas d'embarquement de munitions de guerre, toute la responsabilité des risques qu'elles occasionneront demeurera à la charge de l'État. Si l'État fait accompagner ces munitions par un agent spécial, la Compagnie devra suivre ses indications pour l'arrimage des munitions à bord et les précautions à prendre.

Les départs des paquebots auront lieu aux jours et heures fixés par l'administration des postes.

Tout retard dans l'heure du départ, tant des points extrêmes que des points intermédiaires de chaque ligne, hors les cas de force majeure dûment constatés, et ceux où les paquebots auront été retenus temporairement par l'autorité compétente, rendra la Compagnie passible d'une amende de cinquante francs par heure.

Au delà de douze heures consécutives de retard non justifié, l'amende sera portée à cent francs par heure.

S'il est prouvé que le retard a eu pour cause l'embarquement tardif de marchandises, ces amendes seront doublées.

Dans le cas où le retard apporté au départ d'un paquebot dépasserait vingt-quatre heures, le commissaire du Gouvernement, et, à son défaut, les agents des postes prendront, de concert avec les autorités locales, la Compagnie entendue, toutes les mesures nécessaires pour assurer le service des dépêches, et tous les frais résultant des dispositions prises, seront mis à la charge de la Compagnie.

Lorsque, pour une cause quelconque, les dépêches ne pourront être expédiées par le paquebot qui effectuera le départ réglementaire postérieur au départ non accompli, le nombre de lieues qui n'aura pas été parcouru dans ces conditions, donnera lieu à une réduction proportionnelle de la subvention.

En cas de relâche non justifiée par des circonstances de force majeure, l'amende sera portée, pour une première relâche, à 1,000 francs, et à 2,000 francs pour la seconde; à la troisième infraction, cette amende pourra être portée à 5,000 francs.

Dans le cas prévu par le paragraphe précédent, s'il a été embarqué ou débarqué des marchandises ou des voyageurs, les amendes seront doublées.

En cas de perte d'un paquebot, si le remplacement prescrit par l'article 18 n'a pas lieu dans le délai fixé, la Compagnie, sauf des circonstances imprévues, dont le Ministre des Finances sera juge, sera passible, par chaque jour de retard, d'une amende de 500 francs, s'il s'agit de remplacer un navire de. . . chevaux, et d'une amende de 150 fr., s'il s'agit de remplacer un navire de moins de . . . chevaux.

Dans le cas où la Compagnie ne commencerait pas le service dans les délais fixés par l'article 15 ci-dessus, elle subira une retenue de 150 fr. par jour de retard, et par chaque ligne qui ne sera pas en pleine activité de service.

Le montant des amendes et des retenues, fixé conformément aux dispositions des articles ci-dessus, sera prélevé par l'administration, sur les sommes dues à la Compagnie.

La durée du traité sera de....années consécutives, à partir de trois ans après la date du décret de concession, ou à partir de l'époque à laquelle tous les services seront en pleine activité, si cette époque est antérieure à trois ans.

En cas de guerre maritime ou d'hostilité dans l'un quelconque des bassins desservis par la Compagnie, le Gouvernement supportera les chances de guerre qui pourraient en résulter, à moins qu'il n'ait mis la Compagnie en demeure de cesser son service.

Si l'Etat met la Compagnie en demeure de cesser son service, la Compagnie aura cependant la faculté de le continuer, en tout ou en partie, à ses risques et périls.

Le temps de la cessation totale ou partielle sera, au choix de la Compagnie, compris ou non compris dans la durée de la concession.

Si le service est suspendu, l'État aura la faculté de prendre possession immédiate des bâtiments demeurés sans emploi, avec tout leur matériel et approvisionnements.

Il sera fait du tout une estimation par une commission composée de deux personnes au choix du Ministre des Finances, et de deux autres personnes au choix de la Compagnie. Ces quatre personnes, à la ma-

jorité des voix, en désigneront une cinquième, à laquelle la présidence sera dévolue. En cas de partage de voix, cette désignation devra être faite par le tribunal civil du siége de la Compagnie.

Après la guerre, les bâtiments, le matériel et les approvisionnements seront remis, lors de la reprise du service, sur une estimation semblable, qui tiendra compte des dépréciations et des pertes pour une cause quelconque.

Au préalable, l'État fera réparer les navires pour qu'ils puissent exécuter le service postal et commercial.

L'État paiera à la Compagnie, pour tout loyer, une somme annuelle représentant l'intérêt à 5 pour 100 du capital réglé par la commission ci-dessus, et la part des frais restant à sa charge. La subvention sera d'ailleurs suspendue pendant toute l'interruption du service.

Dans le cas où l'État n'userait pas de la faculté qui lui est donnée de prendre possession des bâtiments, du matériel et des approvisionnements de la Compagnie, il aurait à lui payer, à partir du jour de la cessation de tous les services, un intérêt de 5 pour 100 de son capital, plus 5 pour 100 pour dépréciation de la valeur des bâtiments, du matériel, des approvisionnements, le tout réglé par la commission instituée par l'art., plus la part des frais restant à sa charge.

Dans tous les cas, la guerre terminée, le Ministre des Finances pourra relever la Compagnie des obligations du marché, si les événements de la guerre l'avaient mise dans l'impossibilité de reprendre le service.

De son côté, la Compagnie aura la faculté de se refuser à exécuter immédiatement le traité, si les bâtiments livrés par elle à l'Etat ne lui étaient pas rendus en assez grand nombre pour permettre d'effectuer un service complet.

Dans ce cas, des arrangements seraient pris entre le Ministre des Finances et la Compagnie, relativement aux époques de l'exécution partielle ou intégrale du service de telle ou telle ligne.

En toute circonstance politique extraordinaire, même hors le cas de guerre maritime, le Gouvernement pourra acheter et prendre à frêt un ou plusieurs paquebots. Dans les mêmes circonstances et en cas d'urgence, les gouverneurs, dans les colonies, qui auraient à opérer des mouvements de troupes, pourront requérir l'embarquement de ces troupes sur les navires de la Compagnie.

Dans ces deux cas, l'indemnité de vente ou d'affrétement, ainsi que celle due pour les dommages que la Compagnie pourrait en éprouver dans l'exécution de son service, seront réglées par la commission instituée par l'art.

Dans le cas où, pour toute autre cause que le cas de guerre ou de force majeure, qui s'opposerait à la continuation du service faisant l'objet du présent cahier des charges, la Compagnie suspendrait ou cesserait l'exploitation, l'État aurait le droit de reprendre, à dire d'ex-

perts, les bâtiments avec tout leur matériel et leurs approvisionnements, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourraient être dus à l'État.

Tels sont les termes des marchés passés entre l'État et l'industrie privée pour le transport des dépêches, des lettres, et des fonctionnaires civils et militaires. Ils ne négligent aucune garantie, aucun gage utile, aux points de vue technique, administratif et commercial.

Depuis leur origine (1841), en Angleterre, plusieurs clauses de ces contrats ont disparu. Les marchés tendent à se simplifier. L'Administration des postes anglaises, au nom de laquelle les contrats sont passés, a récemment renoncé à une partie des droits qu'elle s'était réservés, mais les motifs de ses résolutions à cet égard sont incomplétement connus.

Elle a renoncé à exercer son contrôle sur les plans et dessins des navires avant leur construction ; à payer un supplément pour accroissement de vitesse ; à condamner les navires jugés impropres au service ; à les approprier pour le combat ; elle a renoncé au contrôle de la construction, de l'équipage, des approvisionnements, et enfin à la réduction de prix sur les transports officiels (passagers et matériel).

Toutes ces clauses qui existaient dans les quatre contrats successivement passés avec la Compagnie Orientale et Péninsulaire sont remplacées par une disposition qui donne à l'Administration des postes le droit d'*inspecter* les agrès (*équipments*), les officiers, les mécaniciens et l'équipage dans tous les ports anglais.

En réalité, cependant, l'Administration des postes n'a renoncé à aucun des droits qui sont une garantie pour le public. Les navires postaux sont tous des navires à passagers, et comme tels, ils sont construits sous le contrôle du *board of Trade*. Leur échantillon leur est, en outre, pour ainsi dire imposé par la né-

cessité d'obtenir le premier rang dans la classification de la Compagnie d'assurance le Lloyd. Nous avons eu l'occasion de montrer que ce contrôle était efficace.

Déterminer la puissance d'un navire, le recevoir après ses essais, c'était s'exposer à des responsabilités dans le défaut de vitesse en marche ordinaire. L'Administration a préféré entrer dans un système nouveau, celui d'une prime pour toute abréviation de temps sur le trajet réglementaire, et d'une pénalité double de cette prime pour tout retard. La prime est de 630 fr. par vingt-quatre heures et la pénalité de 1,260 francs. Il est vrai que la vitesse réglementaire est faible, 9^n^5 et 10 ^n^.

Nous entrerons plus loin, dans quelques détails à cet égard en exposant les antécédents et la situation actuelle de la Compagnie Péninsulaire et Orientale (chap. 22)

En résumé, l'appel fait au concours de l'industrie privée pour la création du service de transport des dépêches, des agents officiels civils et militaires et du matériel de l'État, avec faculté de transporter les voyageurs et les marchandises, a eu pour résultat de créer un service public dont l'industrie maritime livrée à elle-même n'a, nulle part, atteint le niveau en sécurité, en vitesse, en comfort et en régularité. Incessamment le progrès y a fait son œuvre; il ne s'est pas fait un pas en arrière. Le matériel naval s'est renouvelé plusieurs fois en vingt ans; tout navire nouveau a été supérieur à celui qu'il remplaçait. La voie de l'art a été ainsi enseignée, car ces services ont les plus grands, les plus beaux et les plus rapides navires. L'art militaire lui a fait de continuels emprunts. Toutes les parties du globe sont reliées dans le réseau des services postaux, et ce réseau permet de faire, à jour fixe, le tour du monde en quatre mois. La mer, cet obstacle immense depuis des siècles, est devenu le lien; si bien que la pensée des peuples civilisés est d'y protéger solidairement tous les

pavillons dont les gouvernements ne sont pas en état direct d'hostilité.

Cette grande création qui marque l'une des plus brillantes étapes de la civilisation, ne verra accroître sa fécondité : ses progrès ne seront actifs et assurés qu'autant que le principe auquel elle doit son origine sera de plus en plus accepté par l'opinion publique. Ce principe, c'est le concours de l'industrie privée dans les services publics.

L'histoire commerciale de la navigation transocéanienne doit être précédée de celle des transformations que subit, au point de vue technique, comme appareil mécanique de transport, le navire approprié à cette navigation; nous chercherons l'accord qui doit s'établir entre ses conditions de vitesse de marche et d'économie de transport, et les garanties de comfort et de sécurité sans lesquelles il n'y a lieu d'attendre qu'un développement limité de la circulation entre les deux hémisphères.

Nous avons placé au premier rang, comme la plus impérieuse des exigences du service, la sécurité.

Après elle vient un comfort relatif qui paraît tellement essentiel que le classement des navires transatlantiques s'est fait comme celui des trains des chemins de fer; les classes de voyageurs n'ont pu y être confondues. Elles n'ont même pas pu être indistinctement accueillies sur le même navire, et cela s'explique naturellement. La vie en commun entre passagers est une des conséquences du séjour à bord pendant une traversée. Pour beaucoup de passagers, riches ou non, le prix est une garantie de similitude dans les habitudes. Le repas en commun exige cette similitude, mais plus encore le partage de la cabine. Des passagers à deux prix différents ne peuvent donc être placés dans le même compartiment du navire, et cer-

taines parties du pont doivent être réservées aux hauts prix.

De là, une grande variété dans les prix de passage, dans les installations que nous avons décrites (chap. 12 et 15) et, dans le soin dont les passagers sont l'objet pour la nourriture et le logement; de là aussi une grande variété de navires.

Au même rang d'exigences se place la vitesse de marche.

Sur la ligne de New-York, la vitesse de 11n5 (21,300m) à l'heure, est exigée; pour la France, elle est réglementaire; mais celle de 13 nœuds (24,076m) est déjà souvent atteinte. Un navire à roues, *Scotia* fait ses traversées à 12n32, au moyen d'une marche variable entre 10n (18,520m) au départ et 14n50 (26,935m) à l'arrivée. Le *Persia* atteint 11n78.

Les navires à hélice anglais (du type *China* et *Australasian*) obtiennent la vitesse moyenne de 11n52.

Les différences entre les vitesses au départ et à l'arrivée sont beaucoup plus faibles pour les navires à hélice que pour les navires à roues, et tout porte à croire que l'efficacité de l'hélice, comme moteur, est supérieure à celle de la roue. Cependant, quand la puissance est faible, les irrégularités de marche du navire à hélice sont plus grandes selon que le vent est contraire ou favorable; la vitesse de 11n52 ressort pour les deux navires (*China*, *Australasian*) d'une moyenne obtenue entre des termes plus distants.

Mais la comparaison entre l'hélice et les roues manquait, dans ces dernières années encore, d'une base essentielle; c'était l'égalité dans la puissance motrice et dans les dimensions, lignes d'eau et conditions nautiques de chacun des deux systèmes. Au premier pas fait par la construction du *China*, est venu s'ajouter un second plus important peut-être. Les navires à hélice récemment construits pour la Compagnie transatlan-

tique, le *Péreire* et la *Ville-de-Paris*, semblent devoir se rapprocher de la vitesse du *Scotia*, en transportant un égal nombre de passagers et un volume semblable de marchandises, en dépensant 500 tonnes de charbon de moins par trajet.

Déjà le rapport de la quantité de charbon consommé au volume et au poids utilement déplacé, s'était amélioré fortement du *China* au *Persia*, à vitesse presque égale ; mais le progrès s'est accentué plus fortement par la construction des hélices le *Péreire* et la *Ville-de-Paris*, bien que la coque de ces navires ne soit pas encore de dimensions égales à celle du *Scotia* : ce qui permet d'espérer un progrès nouveau.

Le tableau suivant donne les vitesses *maxima* du service postal anglais, sur la ligne de New-York, de 1862 à janvier 1866 inclusivement. La distance y est prise entre New-York et Queenstown (Cork) à 2,848 milles, mais comme cette distance est aussi comptée à 2,780 milles (directe) nous lui avons ramené les chiffres dans la dernière colonne du tableau. Les vitesses indiquées dans cette dernière colonne sont celles qui ont été réalisées par tous les navires de la Compagnie Cunard, employés au service postal entre Liverpool et New-York. Le service sur Halifax est plus lent.

COMPAGNIE CUNARD

Vitesse moyenne des trajets entre Queenstown et New-York. (Distance 2848 milles.)

Moyenne de l'ensemble du service. distance 2780 milles	CHINA		AUSTRALASIAN		SCOTIA		PERSIA		ANNÉES
	Vitesse	Nombre de trajets	Vitesse	Nombre de trajets	Vitesse	Nombre de trajets	Vitesse	Nombre de trajets	
11 30	10 86	6	11 59	8	11 89	12	11 55	12	1862
11 50	11 75	11	»	»	11 85	9	11 38	13	1863
11 40	11 56	10	11 87	13	12 73	12	11 23	11	1864
11 80	11 94	5	11 46	8	12 33	13	11 87	12	1865
»	»	»	11 22	2	12 60	1	»	»	1866 janv.
11 45	(1) 11 52	32	(1) 11 53	31	(1) 12 32	47	(1) 11 78	48	Moyennes

(1) Ces résultats doivent être diminués de 2, 5 pour cent, si la distance est comptée à 2780 milles. Dans les 47 trajets accomplis par le *Scotia* de 1862 à 1865 inclusivement, et dont un document officiel donne la vitesse, il y en a deux à 14 ⁿ 46, un à 14 ⁿ 18. Quatorze entre 13 ⁿ et 13 ⁿ 50. Quinze de 12 à 13 ⁿ. Dix de 11 à 12 ⁿ. Un de 10 à 11 ⁿ. Deux de 9 à 10 ⁿ. Deux de 8 à 9 ⁿ. Sur 32 voyages, le *China* en a fait cinq de 13 ⁿ à 13 ⁿ 50, sept de 12 à 13 ⁿ, sept de 11 à 12 ⁿ; sept de 10 à 11 ⁿ, cinq de 9 à 10 ⁿ, un de 8 à 9 ⁿ.

La ligne sur laquelle la circulation a pris assez d'importance pour que la vitesse soit une condition absolue du succès, est celle de New-York.

Les lignes des Antilles et du Brésil viennent au second rang ; la vitesse réglementaire du service postal Anglais y est de 10ⁿ sur Saint-Thomas et de 9ⁿ5 sur le Brésil. Le service postal français exige 10ⁿ5 sur le Mexique et sur Aspinwall. Le meilleur navire de la Cⁱᵉ du Royal-Mail atteint sur Saint-Thomas la vitesse moyenne de 10ⁿ60, et ses nouvelles hélices, qui desservent aussi le Brésil, atteignent 10ⁿ50. La vitesse habituelle est, sur Saint-Thomas, de 10ⁿ33, et sur le Brésil, de 9ⁿ8. Les services de la Cⁱᵉ transatlantique dépassent notablement la vitesse de 10ⁿ5 qui leur est prescrite. Les lignes des Indes sont au troisième rang avec des vitesses réglementaires de 9ⁿ5 à 10 nœuds, qui sont de beaucoup dépassées par la Cⁱᵉ des Messageries Impériales; enfin la ligne de l'Australie, par le Cap, a des vitesses réglementaires un peu moindres.

Dans l'ordre des distances à franchir, sans prendre d'approvisionnement de combustible, la ligne de New-York ne vient qu'au quatrième rang.

1° *Australie* (1), par le cap. Du Cap à King's George Sound la distance, sans arrêt, est de plus de. . . . . 4000 milles

(1) En 1866, une nouvelle entreprise de navigation transocéanienne, subventionnée par le Gouvernement anglais, opère des trajets mensuels entre Panama, la nouvelle Zélande et l'Australie. La distance parcourue sans arrêt est de 6500 milles. La vitesse de 10 nœuds à l'heure. Les quatre navires destinés à ce service ont été garantis par les constructeurs, pour une vitesse de 11 à 12 nœuds et une consommation de 30 tonnes par 24 heures, (rapport à l'assemblée générale de la Compagnie du Royal Mail, avril 1866). Il est inutile de dire qu'une telle vitesse avec une aussi faible consommation n'est nullement probable dans les conditions indiquées au rapport.

2° *Antilles*, de Southampton à Saint-Thomas. . 3630 milles

3° *Australie*, par Suez, de la pointe de Galles à King's George Sound. 3295

4° *Amérique du Nord*, de Liverpool à New-York 3046

La ligne de New-York est celle qui emploie, pour les grandes vitesses, les plus grands navires munis des moteurs les plus puissants. Ils ont de 750 à 1,400 chevaux de force, et de 5,000 à 6,600 mètres cubes de déplacement. L'hélice lutte désormais avec les roues sur cette ligne, et avec un avantage considérable en économie de combustible. On ne peut se faire une idée exacte à cet égard, qu'en comparant les navires ayant des vitesses égales, et en se donnant, comme puissance motrice comparative, la consommation du combustible.

Sur New-York, *le Scotia*, roues (1), est encore le plus rapide des navires. Après lui, les hélices *le Péreire* et *la Ville-de-Paris* (2); puis *le Persia*, roues (1); *le China* et *l'Australasian*, hélices (1); *le Saint-Laurent*, hélice (2); *le Napoléon III*, roues (2).

Au second rang viennent ensuite, sur l'Amérique centrale et du sud, les quatre steamers à roues, *l'Atrato*, *la Seine*, *le Shannon* et *la Plata* (3), et les sept navires à roues du même type, *l'Europe*, *le Lafayette*, *le Washington*, *l'Impératrice-Eugénie*, *le Nouveau-Monde*, *la France*, *le Panama* (2); enfin, les hélices *le Douro*, *le Rhône* (3); enfin, sur New-York, *le City of Boston*, *le City of New-York* (4).

Tel est le rang de vitesse des navires dans l'atlantique.

Celui des puissances motrices ne peut être convenablement

(1) Cunard.
(2) Compagnie Transatlantique.
(3) Royal Mail.
(4) Inman.

indiqué que par la consommation du combustible, car les générateurs des deux moteurs offrent les mêmes dispositions, tandis que les machines des navires à hélice ont une supériorité marquée sur celles des navires à roues, supériorité due, à la fois, à leur simplicité, aux surchauffeurs, aux enveloppes des cylindres et aux condenseurs à surface dont elles sont munies.

Prenant donc pour mesure de la puissance des machines la consommation en combustible, on reconnaît qu'en général la consommation de 100 kilog. de charbon par vingt-quatre heures se rapproche beaucoup de l'expression d'un cheval nominal.

Dans ce cas, *le Scotia* aura 1,400 chevaux de force, puisqu'il consomme 140 tonnes par vingt-quatre heures; *le Péreire* et *la Ville-de-Paris* 820 chevaux pour 82 tonnes par vingt-quatre heures; *le Persia*, 1,300 chevaux; *le China*, 780 chevaux; *le Napoléon III*, 1,100 chevaux; *l'Atrato*, *la Seine*, *le Shannon*, 900 chevaux; *la Plata*, 1,000 chevaux; les sept steamers de la Compagnie transatlantique, service du golfe du Mexique, 850 chevaux.

En rapprochant les consommations des vitesses, on reconnaît, comme nous l'avons dit, la grande supériorité que vient de prendre l'hélice. *Le Péreire* et *la Ville-de-Paris* ont une vitesse supérieure à celle du *Persia*, et il est présumable que leur moyenne atteindra celle du *Scotia*, parce que leurs qualités nautiques leur permettent de ralentir très-peu leur marche dans les gros temps.

L'expérience semble établir qu'en fait de vitesse l'avenir n'appartient plus aux steamers à roues, puisqu'il n'est guère possible de doter des conditions commerciales un navire plus grand que *le Scotia*, et de lui trouver, ailleurs qu'à Liverpool, un port d'attache offrant des dispositions convenables.

Elle fait, au contraire, espérer que là où la dimension des

ports et l'étendue du trafic permettra l'emploi de navires à hélice des dimensions du *Scotia*, l'art approchera de ces dimensions et l'hélice leur donnera une vitesse supérieure en gardant ses avantages comme économie de combustible, comme capacité utile dans les installations des passagers, et comme volume de cales disponibles pour les marchandises.

Les progrès de l'hélice sur la ligne de New-York ne se manifestent au même degré, sur les lignes du golfe du Mexique et du Brésil, que par l'économie du combustible. Douze navires à roues, de 850 à 1,000 chevaux, y ont encore la supériorité, en vitesse, sur les navires à hélice. Quatre appartiennent à la Compagnie du Royal-Mail, six à la Compagnie Transatlantique et deux à la Compagnie des Messageries impériales. Mais ces Compagnies associent à ce service des hélices nouvelles, navires de 500 chevaux de force, dont les dimensions permettent des installations suffisantes, tout en réalisant, avec une vitesse égale, une économie de combustible en rapport avec les puissances nominales.

Les Indes et l'Australie, par Suez, sont desservies par des navires à hélice de la force de 400 à 500 chevaux, et de 2,500 à 3,500 tonneaux de déplacement. Le dernier type, *le Tigre*, de la Compagnie des Messageries Impériales, en est le meilleur spécimen et le plus rapide.

Enfin, l'*Australie* directe est desservie par un navire célèbre dans l'histoire de la navigation à vapeur, *le Great-Britain*, muni d'une hélice de 500 chevaux.

La France est, comme on le voit, entrée dans les services transatlantiques postaux en imitant l'Angleterre, quant au choix de ses navires. Les navires à roues étaient seuls, à cette époque (1860), acceptés, sur l'Atlantique, par le sentiment public. *Le Scotia* était en construction, *le Persia* était le roi de

la mer. On n'attribuait de vitesse, de comfort et de sécurité qu'à ces navires. Les délais du cahier des charges ne permettaient pas d'hésitation. Cependant le service définitif sur New-York put être retardé, et lorsque le succès des hélices fut constaté, la Compagnie transatlantique compléta son matériel en navires munis de ce propulseur, imitant encore en cela ses rivaux, mais en les dépassant.

Ce n'est pas la longueur du trajet qui explique seule la grande dimension des navires de la ligne de New-York. Tous les jours, des navires à hélice, de 250 à 500 chevaux et de 3,000 tonneaux de déplacement, franchissent cette distance; cependant, aucun n'a réussi à faire un trajet aussi rapide que *le Scotia* (roues, 1400 chevaux), ou *le Péreire* (hélice, 800 chevaux). C'est que, pour obtenir la vitesse, il faut beaucoup de puissance, c'est-à-dire beaucoup de combustible. Il faut aussi beaucoup de masse pour dominer l'agitation de la mer. L'hélice, outre le mérite qu'elle offre d'être, à puissance égale, un moteur plus efficace que les roues, puise dans le vent une force motrice supplémentaire; elle peut donc, par ce double avantage, en demander moins à la vapeur; mais plus les dimensions des navires sont faibles, plus ils perdent de leur régularité de marche. L'hélice peut être attelée à des navires ayant peu de masse, mais cela est acheté par un recul considérable dans les gros temps. Ces dernières raisons expliquent les dimensions croissantes des navires à hélice (800 chevaux et 5,300 tonneaux de déplacement (*Péreire*, *Ville-de-Paris*), qui sont entrés récemment en service sur la ligne de New-York.

Un navire à roues doit, pour atteindre la vitesse de 12m32, et pour couvrir les éventualités de retard, emporter près de 1,600 tonneaux de houille; un navire à hélice devra en emporter 1,100 dans les mêmes conditions. Il faut, en outre,

charger près de 800 tonnes de poids en marchandises et en bagages; il faut offrir des installations capables de recevoir et coucher dans des cabines 350 à 450 voyageurs, et cela à peine d'abaisser la moyenne qui s'établit entre les époques d'affluence et de rareté des voyageurs.

Ces installations deviennent, de jour en jour, plus spacieuses, plus aérées, plus confortables, en un mot.

Les chiffres suivants fournissent une comparaison concluante entre les roues et l'hélice. Ils s'appliquent à trois types. 1° Le plus rapide des navires à roues (*Scotia*); 2° un type moyen à roues (*Atrato*); et 3° l'hélice la plus récente.

POIDS EN TONNES de mille kilogrammes.	SCOTIA	ATRATO	TYPE NOUVEAU A HÉLICE
	tonnes	tonnes	tonnes
Coque complète	2900	2789	2397
Chaudières et accessoires	1300	1180	272
Machines			331
Eau des chaudières	180	140	132
Charbon	1600	1380	1100
Caisses à eau	51	51	51
Provisions	51	51	51
Marchandises et passagers	518	409	915
Poids total	6600	6000	5250

L'intérêt qui porte à l'emploi des grands navires s'établit donc très-clairement par le rapport de la dépense à l'unité de transport. Les petits navires sont, relativement, les plus dispendieux. Mais ce qui confirme la justesse des calculs que peuvent seuls

faire avec exactitude à cet égard les armateurs expérimentés, ce sont les faits les plus récents et les plus significatifs qui se passent aujourd'hui sur la ligne de New-York, où se trouvent à la fois le plus grand trafic de grande et de petite vitesse et la plus forte concurrence.

Le nombre des trajets à vapeur sur cette ligne a dépassé le nombre des jours de l'année (1); les hélices de 350 à 400 chevaux de la Compagnie Inman, par exemple, faisant un service mixte, passagers de 2e classe, émigrants et marchandises, réalisent annuellement plus de 100 trajets à une vitesse moyenne de 8n60 à l'aller et de 9n6 au retour. Or, malgré la fréquence des trajets, ces armateurs n'ont nullement l'intention de se limiter à cette vitesse. Loin de là. C'est au moyen de navires plus puissants, (500 chevaux), plus grands et plus rapides, réalisant des vitesses de 11n40 qu'ils ont voulu conserver la supériorité acquise par leur Compagnie, dans la nature du trafic qu'ils exploitent.

Il s'est donc créé sur la ligne de New-York autant d'espèces de navires qu'il y a de catégories de voyageurs.

L'analogie entre les chemins de fer et la navigation se montre nettement en ceci : les personnes qui voyagent par l'express et les trains-poste ne sont pas habituellement les mêmes qui fréquentent les trains-omnibus et mixtes.

(1) Le nombre des départs réguliers sur New-York est aujourd'hui, annuellement :

Cie Cunard, service postal anglais, Liverpool....	52
Cie Gle transatlantique, service postal français, le Havre, Brest...	52
Cie Inmann, service postal américain, Liverpool.....	104
North german Lloyd, service postal américain, Brême, Southampton.....	52
Hambourg and American Cy, service postal américain, Hambourg, Southampton.....	26
	286

Des passagers préfèrent les grands navires et les plus rapides. Ils redoutent le trop grand nombre, à bord, parce que, dans certains cas, cela complique les éventualités de mer. D'autres ne redoutent ni la lenteur, ni la foule. D'autres enfin ne regardent qu'au prix, c'est la classe la plus nombreuse. C'est aussi la classe qui s'accroît le plus rapidement par la double raison que le travail industriel et agricole est plus rémunéré aux États-Unis qu'en Europe, et que, sur le navire mixte, le prix du passage des voyageurs dont le transport se concilie avec une cargaison assez considérable de marchandises, est nécessairement moindre.

Aujourd'hui, la quantité de charbon exigée par deux navires de même tonnage et des plus grandes dimensions habituelles, marchant l'un à 12 nœuds en moyenne, l'autre à 9 nœuds 1/2, varie de 50 à 140 tonnes par vingt-quatre heures, si la comparaison s'établit entre les navires à émigrants (hélices) et les navires à roues, *Scotia;* et entre 50 et 80 tonnes, si ce sont les hélices seules qui sont comparées. C'est, en moyenne, du simple au double. C'est là une des conséquences de la vitesse. Ce n'est pas la seule. Dans l'expression de la puissance motrice, le volume des soutes à charbon et l'espace occupé par la machine ainsi que par les chaudières varient dans le rapport de 3 à 2 pour les deux vitesses moyennes de 12 nœuds et de 9,5 nœuds. Ainsi la vitesse influe dans un rapport considérable à la fois sur les dimensions du navire, sur son poids, sur la consommation des matières.

Tant que le moyen d'augmenter la vitesse consistera dans l'accroissement de la puissance proportionnelle d'impulsion avec l'aide des éléments mécaniques dont on dispose aujourd'hui, l'accroissement du poids et par conséquent des dimensions du navire sera la conséquence forcée de l'augmentation de vitesse.

Les trajets du *Great-Eastern* ont eu lieu à la vitesse moyenne de 13 nœuds. Ce navire a confirmé la règle, bien que, proportionnellement à ses dimensions, la puissance motrice de ses machines soit très-faible.

S'il était vrai que la vitesse dût avoir une limite, les dimensions des navires transatlantiques pourraient être réduites à mesure qu'on tirerait du combustible une plus grande quantité de vapeur et que les machines utiliseraient mieux celle-ci : à mesure aussi que le métal employé dans la coque et les appareils mécaniques deviendrait plus résistant. Tous les perfectionnements dont le moteur et la coque sont susceptibles se résoudraient, pour une vitesse donnée, en diminution de dimensions. Mais la vitesse n'a pas de limite. Plus le courant de l'industrie est considérable entre deux contrées, plus le besoin de vitesse s'accroît. La dépêche trouve la télégraphie lente, et déjà, sur bien des points, les moyens de correspondance télégraphique sont insuffisants. La lettre voudrait avoir la vitesse de la dépêche, et le voyageur a exigé et obtenu pour lui la vitesse des lettres.

C'est que, dans l'échangedes communications qu'entraîne le mouvement commercial, là où d'immenses agglomérations d'hommes se demandent les uns aux autres, l'un sa nourriture, l'autre ses vêtements, l'un ses objets de luxe, l'autre ses objets de première nécessité, quand chacun se dispute les produits du sol et de l'industrie sur les points les plus éloignés, si la notion des quantités disponibles, de leur qualité et de leur prix pouvait être versée chaque jour sur le globe par la lumière du soleil, à la première heure du jour, l'aurore du lendemain serait encore attendue avec une anxiété, avec une impatience que dix soleils se levant en vingt-quatre heures ne suffiraient pas à calmer absolument.

A cet éternel besoin de rapidité dans les communications, dans les informations, ajoutons ceux de la famille, de la santé : ce besoin de ne se sentir qu'à une faible distance, comme temps, de ce qui vous est cher.

Ajoutons donc encore l'insatiable besoin d'échanges rapides des intérêts politiques, des lumières de la science, de l'art, de la pensée, qui sont le luxe et le repos pour les uns, la nécessité et l'activité de la vie pour les autres : cette vertu expansive qui domine la société moderne où rien n'est éclos, rien ne vit que ce qui est communiqué.

Ne sont-ce pas là des causes permanentes de l'accroissement de la vitesse ?

Entre deux peuples industrieux comme l'Angleterre et la France, animés d'un esprit de rivalité d'autant plus ardent, élevé, fécond et civilisateur, qu'il s'applique aux triomphes de l'esprit et du travail, placez un autre peuple comme les États-Unis, le plus grand producteur agricole du monde et le plus actif : en possession du plus vaste territoire, dans les latitudes les plus variées : créateur, par conséquent, au plus haut degré : ne sera-ce pas, pour les deux nations rivales, une condition d'égalité en travail, en richesse, en puissance, qu'une égale rapidité dans les relations avec leur allié ?

Faut-il s'étonner, après cela, que les Gouvernements éclairés, qui doivent être les interprètes de l'association nationale dans sa pensée la plus élevée, aient encouragé cette vitesse d'échange ?

On dit qu'ils cesseront de l'encourager lorsque les effets de la concurrence basée sur l'importance des intérêts privés, suffiront à leur tour pour l'entretenir et la développer. On dit que ce moment approche pour l'Angleterre ; que peut-être il est venu, à la faveur de la paix rétablie en Amérique. On dit que l'affluence des voyageurs de grande vitesse, l'importance du frêt

en marchandises qui recherchent également la grande vitesse, offriront alors des ressources suffisantes pour permettre au gouvernement Anglais de ne pas renouveler le traité du service postal sur New-York, et que c'est devant cette éventualité que la Compagnie Cunard a acheté ou fait construire des navires à hélice (*Australasian*, *China*, *Cuba*, *Java*, *Russia*), exigeant moins de force motrice, portant autant de voyageurs et plus de marchandises : plus *marchands*, selon l'expression commerciale. C'est une illusion.

Nous avons dit notre pensée sur ces prévisions ; elles ne se réaliseront jamais, parce que jamais le jour ne viendra où tout espoir d'accroissement de vitesse du transport des dépêches et des lettres sera perdu.

Quand le contrat actuel de Cunard aura expiré, le Gouvernement Anglais confiera le transport des dépêches au navire le plus rapide, et il le payera en raison de la vitesse qu'il en obtiendra. Si l'Angleterre a été dépassée parce qu'un Gouvernement étranger aura su tirer d'une compagnie industrielle des efforts plus intelligents, plus efficaces dans l'intérêt du pays, alors le Gouvernement Anglais reconnaîtra la faute qu'il a faite en montrant de l'hésitation sur un de ses plus essentiels intérêts, et il voudra regagner toute la distance perdue. Alors, comme à présent, comme par le passé, il comprendra l'insuffisance d'efforts tentés en dehors de l'industrie ; il aura de nouveau recours à elle. Qu'il donne, comme dans l'origine, une grosse part des recettes, ou que, par suite des progrès de l'art d'aller vite et de l'importance du trafic, il ne donne plus qu'un appoint, le principe est le même, la nécessité est aussi clairement démontrée.

Nous avons dit que la vitesse des navires postaux avait été de pair jusqu'à ce jour, aussi bien pour les navires à hélice que pour les navires à roues, avec l'accroissement des dimensions ;

en effet, la Compagnie Cunard a commencé, en 1841, à naviguer à 8ⁿ,8 de vitesse avec des navires de 400 chevaux, jaugeant 1,420 tonnes. En 1842, elle avait déjà des navires plus grands et plus puissants, qui atteignaient 9ⁿ,8; en 1848, c'était, avec d'autres navires, 10ⁿ,3; en 1849, 10ⁿ,75; en 1852, 11ⁿ,27; enfin, de 1862 à 1866, 12 nœuds 32. Le tonnage s'était accru incessamment, dans ces vingt-quatre années, de 1,420ᵗ à 3,870ᵗ, la puissance de 400 chevaux à 1,000, en réalité à 1,400; le charbon embarqué, par trajet, de 600 tonnes à 1,600 tonnes.

Dans la première période, de 1841 à 1862, la Compagnie Cunard maintint exclusivement l'emploi des navires à roues, et, dans la crainte de perdre son privilége aux époques de renouvellement, elle construisit successivement *le Persia* et *le Scotia*, qui sont restés les plus remarquables spécimens des navires à roues transatlantiques; mais elle comprenait aussi que ce privilége devait un jour lui être disputé par d'autres types de navires, car elle voyait surgir à côté d'elle des navires à hélice dont la vitesse s'accroissait sensiblement, et qui prospéraient sans subvention parce que le trafic qu'ils desservaient prenait un développement rapide.

Les navires dont il s'agit ici, et sur lesquels nous reviendrons souvent, sont ceux dont l'armateur, Inmann, se présentait déjà, en 1860, à l'Enquête Parlementaire, comme le concurrent futur de la Compagnie Cunard, réclamant le service postal avec l'unique subvention du prix des lettres. Ces navires desservent un courant annuel de 120 à 140,000 émigrants, qui leur fournit un frêt régulier et avantageux; leur volume varie entre 1,800 à 2,500 tonneaux; leur puissance entre 300 et 500 chevaux, leur vitesse entre 8,5 et 10 nœuds 5. Ils transportent en même temps des marchandises, et en plus grande quantité que les Cunards, parce que l'hélice et la marche à une faible

vitesse donnent des rapports plus favorables que les roues entre le frêt utile et le poids du combustible. Ils ont obtenu le transport des dépêches des Etats-Unis et de l'Allemagne.

Ce succès de l'hélice a modifié les dispositions de la Compagnie Cunard. Elle est entrée alors résolûment dans ce courant; elle a acheté l'*Australasian* et elle a construit trois grands navires à hélice : *le China, le Cuba, le Java*; elle construit en ce moment *le Russia*. Ces navires ont des installations de passagers de 1re et de 2e classe seulement, un port en marchandises avantageux, mais un moteur de force moindre que *le Persia* et *le Scotia;* ils portent, par conséquent, plusieurs centaines de tonnes de charbon de moins, et cependant, aidés du vent, ils ont, en moyenne, une vitesse de 11n50, inférieure de 0n55 à celle des deux grands navires à roues. Quand le contrat cessera pour faire place au simple payement du port des dépêches, la Compagnie Cunard espère devoir à sa supériorité de vitesse la préférence pour le service postal. Le produit de ce transport s'ajoutera aux avantages que l'hélice lui donne en frêt et en économie de charbon sur les navires à roues.

Cet espoir sera-t-il réalisé ? La lutte est vivement engagée. La Cie Inmann construit tous les ans de nouveaux navires, d'un type moindre, il est vrai, en dimensions et en force motrice que *le China*. Elle semble attribuer une importance moindre au transport des marchandises, dans ses nouvelles constructions; elle s'attache plus aux passagers; elle obtient, à ce prix, la vitesse; elle a atteint 11n,4. La Compagnie Cunard compte beaucoup sur *le Russia*, qui doit, espère-t-elle, atteindre la vitesse du *Péreire*.

Déjà les Gouvernements des États-Unis, de l'Allemagne et de l'Angleterre elle-même, ont confié le service des dépêches à des compagnies dont les navires transportent presqu'exclusivement les émigrants. Pour l'Angleterre, il est vrai, cela est excep-

tionnel, et sur la seule ligne du Canada. Les deux autres Gouvernements n'avaient pas le choix, à moins de recourir aux compagnies Anglaises.

Les États-Unis ont d'abord subventionné une concurrence à la Compagnie Cunard. C'étaient des navires à roues et en bois, puissants et rapides.

Aujourd'hui le caractère de la subvention que donnent les États-Unis, et qu'ils se proposent de convertir en un prix à forfait de 2 dollards (10 fr. 66) par mille, ne comporte que l'emploi de navires à hélice, avec la faculté de transporter les émigrants.

Après les hélices de la Compagnie générale transatlantique et de la Compagnie Cunard, se rangent celles du Royal-Mail, dont *l'Onéida*, *le Rhône* et *le Douro* sont les types; puis viennent les navires de la Compagnie Orientale et Péninsulaire, qui font le service postal des Indes, de la Chine, du Japon et de l'Australie; mais le matériel naval de cette Compagnie a été notablement dépassé par celui de la Compagnie des Messageries Impériales. Cette dernière marine n'atteint cependant pas la vitesse moyenne de onze nœuds; elle a intérêt à diminuer le port et la consommation du combustible, dont le prix est, dans les mers d'orient, presque quadruple du prix d'extraction. Elle a aussi intérêt à transporter les riches produits des Indes. Dans ces diverses directions, chaque service exige un type spécial. C'est l'entente des besoins qui fait la prospérité des entreprises.

Quant aux navires à hélice de faible puissance, autres que ceux des compagnies dont nous venons de parler, ils font aujourd'hui le plus grand nombre des trajets entre l'Angleterre et l'Amérique.

Sur la ligne des Etats-Unis, ils doivent, comme nous l'avons dit, leur existence au transport des émigrants. Ce transport est l'aliment obligé de la spéculation, et malgré les conséquences

funestes que le trop grand nombre de passagers peut avoir en cas de sinistre, des voyageurs de cabine, en assez grand nombre, préfèrent ces navires pour une forte différence de prix.

La guerre américaine a puissamment aidé au développement de cette marine, en suspendant la navigation des grands paquebots à voile américains, qui apportaient du coton et prenaient, au retour, des émigrants. L'hélice a pris la plus grande part de cette riche succession, et elle ne l'abandonnera plus.

Bien que ces sortes de navires n'aient qu'exceptionnellement de service postal Anglais à accomplir, ils ne sont pas exempts du contrôle du Gouvernement.

Ce contrôle est même d'une grande rigueur; il s'exerce sur la construction et sur l'entretien du navire et de son moteur, sur son équipage, sur la vitesse de marche, sur le nombre de passagers que les installations permettent de recevoir, sur les emménagements, sur le nombre et la capacité des embarcations, sur le nombre et l'état des voiles, etc... Ce contrôle inspire confiance au public.

Les navires à émigrants se partagent en services réguliers et irréguliers. L'hélice est leur moteur exclusif. Ce sont d'abord les navires de moyenne dimension, de 1,800 tonneaux de jauge au moins et de 500 chevaux, construits en Angleterre pour des compagnies Allemandes. Brême et Hambourg sont leurs ports d'attache.

Ils opèrent, concurremment avec les navires de la Compagnie Inman, le service postal américain. Ils transportent peu de passagers de première classe, mais beaucoup d'émigrants allemands.

Une autre classe de navires, de plus faibles dimensions que les précédents et de moindre puissance, à départs irréguliers mais fréquents, sortent des divers ports anglais. Ce sont les ana-

logues des navires de la Compagnie Inmann, dont nous avons parlé. Ils transportent de rares passagers de première et de seconde classe, et presqu'exclusivement des émigrants anglais, écossais et irlandais. En général, ils n'atteignent que très-rarement 500 chevaux de force et 2,400 tonneaux de jauge.

Une autre classe de navires à hélice, dont le nombre s'augmente dans une proportion considérable, dessert les services postaux dans le Pacifique. Là, des types très-remarquables, au point de vue de l'économie du combustible, se sont installés. Nous en avons parlé (chap. 10 et 11). Plusieurs font le service direct de l'Australie, par le Cap; celui du littoral africain; en un mot, ils desservent les ports à passagers et à frêt riche que les Compagnies Cunard, du Royal-Mail et la Compagnie Péninsulaire et Orientale ne fréquentent pas.

L'hélice fait aussi, pour le transport des marchandises, une concurrence active et féconde aux navires à voile dans la navigation transatlantique, et l'emploi du fer à la construction des coques l'y aide puissamment. C'est au moyen de navires à hélice d'une puissance au-dessous de 250 chevaux, et d'un volume qui varie entre 1,500 et 1,700 tonneaux de jauge. Cette marine prend des développements plus grands encore que la précédente; elle entre, dans la composition du matériel naval des Compagnies transocéaniennes, pour une très-grande part.

Les causes spéciales de l'accroissement de ces diverses catégories de navires peuvent se résumer :

Les exigences de vitesse sont moindres pour les marchandises que pour les passagers, et moindres pour les passagers que pour les lettres.

La vitesse crée donc les catégories suivantes :

Lettres et passagers à haut prix, faible chargement en

marchandises. Navires à roues et à hélice, de 700 à 1,400 chevaux.

Lettres, passagers de toute classe, émigrants, fort chargement en marchandises. Navires à hélice, de 350 à 500 chevaux.

Passagers de troisième classe, émigrants, très-fort chargement en marchandises. Navires à hélice, de 150 à 300 chevaux.

Les premiers traversent les Océans avec un approvisionnement de combustible de 900 à 1,400 tonnes; les seconds chargent 700 à 800 tonnes de houille; les derniers, 400 à 600 tonnes au plus.

La consommation varie entre 4 et 5,5 kilogrammes par heure et par cheval nominal. C'est environ 100 kilog. par vingt-quatre heures et par cheval. Les trajets des navires postaux, rapides, sans arrêts, n'excèdent pas quatorze jours pour les plus longues distances. Dans les traversées de Southampton à Rio de Janeiro, qui durent 26 jours 6 heures, à la vitesse de 9 nœuds,5, on franchit 5,166 milles, mais en relâchant à Lisbonne, à Saint-Vincent, à Fernambouc et à Bahia. Le navire renouvelle ses approvisionnements trois fois en route. L'intervalle le plus long entre deux chargements de charbon est de 8 jours 19 heures, et la durée totale de ses arrêts en route est de 3 jours 7 heures.

Plus les reprises d'approvisionnement peuvent être fréquentes sans préjudice pour le service que le navire accomplit, plus les dimensions de celui-ci peuvent être restreintes au point de vue de l'espace à consacrer au combustible. Cela tourne au profit de la marchandise. Le tonnage utile s'accroît ainsi.

Dans les longs trajets sans arrêts, tels que ceux des lignes d'Australie, c'est par la diminution de la puissance des machines, c'est-à-dire par la réduction de vitesse, que s'obtient la

plus grande utilisation de la coque au transport des marchandises.

Lorsque le transport des lettres et des passagers ne suffit pas à la spéculation, le volume affecté au moteur doit être diminué pour accroître celui qui est affecté à la marchandise et cela devient inconciliable avec un accroissement de vitesse.

Le trajet d'Angleterre aux États-Unis offre à cet égard le plus intéressant sujet d'études.

Le transport rapide des lettres y est payé par le Gouvernement.

Les voyageurs affluent. Ils sont de plusieurs classes.

1° Ceux qui veulent aller vite, redoutent les dangers de la traversée, préfèrent une société choisie, veulent voyager confortablement et paient volontiers le plus haut prix.

2° Ceux qui sont moins préoccupés de la vitesse, moins soucieux du danger, mais qui veulent payer un peu moins cher la place de cabine.

3° Ceux auxquels le faible prix fait accepter indifféremment les navires, quels qu'ils soient, faisant le service des passagers.

Deux routes conduisent aux États-Unis : l'une par Cork, le cap Race et Halifax, rencontre des brumes et des glaces ; elle est la plus dangereuse, mais elle voit la terre entre des points qui ne sont séparés que par une distance de 1690 milles au lieu de 2900 ; elle a l'avantage sur la seconde pour les dépêches télégraphiques. Elle permet une moindre part d'approvisionnement en combustible, parce que les éventualités d'insuffisance sont moins graves en vue des côtes que loin d'elles.

La seconde route, plus au midi, plus sûre, moins exposée aux brumes et aux glaces, laisse le navire hors de la vue de la terre pendant 2900 milles.

Les voyageurs de la première catégorie voyagent dans les navires postaux, parce qu'ils sont plus sévèrement inspectés

par le Gouvernement, qu'ils suivent la route la plus directe et la plus sûre. Ils préfèrent les navires munis des plus puissantes machines, parce que jusqu'à ce jour ils ont été les plus rapides. Ils préfèrent les plus grands navires parce qu'ils y trouvent plus de comfort; ils savent qu'en cas d'incendie ou de rencontre, les embarcations suffisent à recevoir les passagers; qu'il y a, du moins, dans ces graves circonstances, à craindre moins de confusion et d'indiscipline; ils leur reste, peut-être, encore contre, les navires à hélice, l'opinion que les vibrations du moteur se communiquent au navire, opinion d'ailleurs fondée en ce qui concerne les bâtiments légers; plusieurs aussi, et bien à tort, répugnent à l'emploi du vent comme moteur; ils croient que les capitaines dévient volontiers de leur route pour profiter plus longtemps du vent favorable. La routine, les préventions interviennent souvent quand il s'agit de risques personnels.

Quant aux passagers qui mettent en première ligne le bas prix du voyage et sont indifférents aux éventualités de la traversée, ils sont les plus nombreux de beaucoup, puisque sur 135,317 personnes qui ont traversé l'Océan, en 1864, dans cette direction, 10,584 seulement ont choisi les navires du service postal Anglais.

L'abaissement du prix peut être d'autant plus considérable que les navires ne sont tenus, en ce qui concerne la limite du nombre des passagers de salles (steerage), qu'à des dispositions qui se rapprochent de celles du transport des coolies.

Pendant cette année 1864, le nombre moyen des passagers par navire s'est réparti de la manière suivante entre les services postaux Anglais et Américains, dans les trajets de Liverpool à New-York. Rappelons que les services postaux Anglais ne transportent d'émigrants qu'à Québec.

COMPAGNIES	NOMBRE de PASSAGERS.	NOMBRE de VOYAGES.	NOMBRE MOYEN de passagers PAR VOYAGE.
Cie CUNARD, *service postal anglais.*	5.039	52	96
INMAN, *service postal américain.*			
Émigrants.	32.926	52	626
HAMBOURG, — —	10.335	23	450
BRÊME — —	12.222	20	611

Ces nombres si différents expliquent pourquoi, en cas d'incendie ou de collision entraînant la perte du navire sans secours immédiat, le sort de la presque totalité des émigrants a pu être compromis, soit par insuffisance d'embarcations, soit par l'impossibilité de maintenir la discipline.

Ce n'est pas dans de pareilles conditions que la circulation des classes aisées se développera entre les deux hémisphères. Le transport des émigrants alimente une espèce de navires qui, sans cette ressource, ne transporterait qu'un nombre de passagers insuffisant. Il a donné lieu à l'emploi de navires spéciaux propres à cet entassement d'hommes. Ces navires ont de 250 à 500 chevaux de force et font quelquefois des trajets rapides, mais ce n'est pas là un service dont la sécurité soit la première loi.

La Compagnie Cunard fait aussi le transport des émigrants. Les navires qu'elle a construits spécialement pour ce service, sont moins puissants que ceux d'Inman, bien que d'un fort tonnage. Ils ne naviguent pas pendant l'hiver.

En poursuivant, au point de vue où nous nous sommes placés, l'étude de la relation de la vitesse de marche avec les dimensions du navire, on reconnaît que l'histoire du matériel naval de la Compagnie dite *West India, Royal Mail steam packet Cy* n'offre pas moins d'intérêt que celle du matériel engagé

dans les communications transocéaniennes avec le nord de l'Atlantique.

Jusqu'en 1860, cette Compagnie a été obligée, comme celle de Cunard, pour obtenir la prolongation de la subvention postale, de construire des navires de plus en plus grands et rapides. Ses premiers navires (1841) avaient 450 chevaux de force et 2000 tonneaux de jauge. Ils ont disparu pour faire place à des navires de 800 à 850 chevaux.

La vitesse obligatoire était, en 1841, de 8 nœuds, puis 9 nœuds et enfin 10 nœuds à partir du moment où les grands navires actuels furent mis en service régulier. Elle est aujourd'hui de 10m5.

Le matériel naval de cette Compagnie était exclusivement composé de navires à roues, et les derniers sont restés des modèles remarquables. Cependant, en 1858, la Compagnie avait acheté de la liquidation d'un service Australien l'*Onéida* et le *Tasmanian*, hélices de 550 chevaux et du volume de 2280 tonneaux de jauge. Les commencements ne furent pas heureux, puisque deux ans après, devant le Comité d'Enquête parlementaire formé en 1860 pour la révision des conventions postales, cette Compagnie, d'accord sur ce point avec M. Cunard, déclara que l'emploi des navires à hélice était incompatible avec la sécurité du service. Depuis, son opinion s'est beaucoup modifiée; non-seulement elle n'a fait construire de navires à roues que pour des services annexes exigeant un faible tirant d'eau, mais elle a ajouté à son matériel, en 1865, deux navires à hélice de 2,450 tonneaux de jauge et de 500 chevaux; elle en obtient, comme du *Tasmanian* et de *l'Oneida*, des vitesses égales à celles de ses meilleurs bateaux à roues dont la puissance est de 800 chevaux; et dont le tonnage dépasse à peine du dixième celui des nouveaux navires à hélice. Elle y

trouve en outre une économie de combustible qui est dans la proportion de 5 à 8.

Le matériel de la Compagnie du Royal Mail est, comme celui de toutes les Compagnies qui reçoivent une subvention pour le service de la poste, placé sous le contrôle du Gouvernement.

De l'ensemble des faits qui précédent, on peut tirer les conclusions suivantes :

Les conditions de vitesse et de régularité pour le transport des dépêches, et les conditions de nombre, d'espace, de comfort et de sécurité, en ce qui concerne les voyageurs, ont conduit progressivement à l'emploi, pour le service postal, de navires dont les dimensions ont dû s'accroître jusqu'à la limite du tirant d'eau des ports.

L'usage des roues comme propulseur a été aussi un motif d'accroissement des dimensions, à cause de la lenteur de marche des machines et des inconvénients d'une immersion trop variable.

L'emploi de l'hélice a amené d'abord une diminution sensible dans la puissance d'impulsion, sans réduction de vitesse, et dans les dimensions des navires postaux. Mais les besoins de vitesse exigent aussi, pour ces navires, l'accroissement progressif des dimensions qui semble ne devoir être arrêté que par la profondeur des ports.

De sorte que, pour les navires postaux, la supériorité du service, en vitesse et en régularité, semble devoir appartenir un jour aux ports les plus profonds. Nous avons eu l'occasion d'insister fréquemment sur cette question.

Nous avons aussi expliqué pourquoi la valeur commerciale du navire postal est très-sérieusement affectée par la condition de vitesse imposée. La part minime affectée, dans ce navire, aux marchandises, ainsi que la limite du nombre des voyageurs, abaissent singulièrement le produit. C'est pour cela que le na-

vire à hélice offre, au point de vue commercial, des avantages sur le navire à roues. Il peut, à égalité de dimensions et de vitesse, porter plus de poids en marchandises, parce qu'il est moins sensible à l'augmentation du tirant d'eau et que le poids de combustible approvisionné est moindre; il peut aussi porter un plus grand nombre de voyageurs de cabine, parce que son moteur est moins encombrant dans les hauts. Les embarcations de sauvetage peuvent être plus facilement placées sur le pont vers le centre du navire. Aussi tend-il à se substituer aux navires à roues.

Les conditions de vitesse du service postal de l'Afrique et de l'Amérique méridionale, de l'hémisphère austral, du Pacifique, des Indes, en un mot, au delà des Antilles, sont moins rigoureuses et permettent l'emploi de navires de moindres dimensions. Le navire à roues a disparu au delà du Brésil, à l'exception des annexes qui desservent des embranchements où le défaut de profondeur des ports exige un très-faible tirant d'eau, et il tend à disparaître totalement sous la double influence de la valeur commerciale de l'hélice et de la diminution progressive des subventions.

Les navires à roues ou à hélice faisant le service postal aux conditions habituelles et, on doit le dire, bien entendues, qu'imposent les Gouvernements, ne peuvent lutter qu'à l'aide d'une subvention, avec les navires à émigrants auxquels aucune vitesse n'est imposée.

Suivant l'importance de la circulation et la durée de la navigation, le navire à hélice mixte varie en dimensions et en puissance, mais beaucoup plus en puissance qu'en dimensions. Son double moteur, le vent et la vapeur, prend une importance relative. La puissance motrice de la vapeur domine là où la vitesse et la régularité sont une des conditions du succès, et le transport par mer des classes aisées est toujours dans ce cas.

Le moteur mécanique devient, au contraire, simple auxi-

liaire du vent dans les navires mixtes sur les lignes où l'intérêt du frêt en marchandises domine sur le produit du transport des passagers.

Les vitesses, les dimensions et la puissance motrice à vapeur des navires transocéaniens, qui sont subordonnées au caractère distinct des diverses navigations qu'ils desservent, présentent, comme on l'a vu, de notables différences; elles ne sont pas les seules.

L'emploi de la voile y diffère aussi. Très-faible pour les navires à roues, il a conservé avec l'hélice une forte part dans la puissance motrice du navire, et il est à remarquer qu'à l'origine des navires à hélice, cette part du moteur naturel était d'autant plus forte que le trajet était plus long et le moteur à vapeur plus faible. Il y avait là une anomalie qui tend à disparaître. Les ingénieurs reviennent, pour les plus grands navires à hélice, à la surface de voilure compatible avec leur résistance à l'inclinaison.

On avait supposé d'abord, en voyant disparaître le recul des navires à hélice sous l'influence d'un vent favorable agissant sur les voiles, que l'utilisation de l'hélice s'affaiblissait dans ce cas au point de ne plus contribuer que pour une faible part à la marche du navire. On oubliait que l'espace parcouru par l'hélice est calculé sur le pas; que le pas est habituellement dans le rapport de 9 à 18, c'est-à-dire du simple au double, avec la circonférence de l'hélice; qu'il est difficile de fixer dans un pas animé de vitesses croissantes avec le rayon, le point précis d'utilisation de l'hélice, et que ce point doit varier avec la vitesse d'entrée de l'eau dans l'hélice, c'est-à-dire avec la vitesse du navire ou celle du courant. On voit alors augmenter ou disparaître le recul apparent, mais l'hélice donne, dans tous les cas, des quantités de travail dont il n'y a à déduire que celui qui cor-

respond à la vitesse dont le navire est animé par des causes étrangères au moteur à vapeur, telles que la voile et les courants. La faculté de l'hélice, lorsqu'elle est menée par des machines bien équilibrées, suffisamment alimentées de vapeur, étant d'augmenter de vitesse à mesure que celle du navire augmente, la quantité de travail qu'elle fournit peut être sensiblement la même, et aussi également utilisée quand le recul est inapparent que lorsqu'il se montre dans les conditions du calme des eaux et de l'atmosphère.

L'expérience a d'ailleurs démontré, sous ce rapport, ce que le simple raisonnement devait faire supposer, et l'on ne regarde plus les grandes forces motrices à vapeur comme une raison de ne pas profiter le plus possible de la puissance motrice du vent.

Ce qui favorise encore cette disposition, c'est que l'emploi de la voile ne fatigue pas la machine à hélice en inclinant le navire comme elle fatigue la machine à roues; même dans les gros temps, les déformations de la coque n'ont pas cette fâcheuse influence, parce que attachée sur le fond du navire, indépendante de ses murailles, reliée près de la quille et dans la partie la plus solide de la coque, par un tunnel inflexible qui contient l'arbre à hélice, la machine se ressent beaucoup moins de l'agitation de la mer.

Si le navire a, par une juste répartition de son poids, la faculté de s'élever sur la lame à l'avant, les conditions de marche du moteur n'exigent plus le ralentissement que le gros temps impose aux navires à roues.

Il est une autre distinction à établir entre les quatre types de navires employés dans la navigation transocéanienne. Les navires du service postal servant aux passagers de cabine sont, les uns à roof, d'autres à spardeck.

Les navires à émigrants et marchandises sont à roof, ou à spardeck et, en grand nombre, à dunette et teugue.

Nous avons expliqué ces divers types, mais il y a lieu d'étudier les résultats de l'expérience sur la préférence à leur attribuer, car on peut dire qu'ils sont, jusqu'à ce jour, employés indifféremment sur les diverses lignes.

Dans les constructions récentes, le spardeck est le plus généralement employé, parce que son pont ras et dégagé d'habitacles, se défend mieux à la mer; mais les qualités de ce type s'affaiblissent, comme paquebot, lorsque le creux est réduit, parce que, dans ce cas, le pont, trop près de la mer, n'est pas tenable pour les passagers et pour l'équipage dans les gros temps. Le spardeck ne gardera sa supériorité que lorsque son pont supérieur sera aussi élevé sur la mer que le toit des roofs; alors sa densité sera plus faible, sa rigidité plus grande, sa faculté de s'élever de l'avant sur la lame sera aussi plus complète; il pourra être, à l'aide d'un bon aérage, le plus confortable des navires dans les gros temps et le plus sûr à la mer.

Le navire à roof l'emporte encore en ce moment, à égalité de creux, sur les spardecks, pour le comfort. L'eau qu'il embarque à l'avant sur la teugue, quand elle n'est pas détournée par les brise-lames, descend des deux côtés du roof dans les cursives et s'écoule par les ventelles et les dallots.

Habituellement la cursive qui est opposée à la lame est la seule mouillée. Les voyageurs ne sont pas complétement privés d'air et de lumière; ils peuvent se réfugier dans la cursive abritée pour s'y promener.

Cependant, en voyant le pont ainsi couvert d'habitacles sur les trois quarts de sa superficie, des marins se demandent pourquoi ces annexes ne seraient pas couvertes par un pont ras et transformées ainsi en spardecks; mais alors surgissent les

difficultés d'aérage, de lumière, de poids, c'est-à-dire de tirant d'eau, et ces difficultés ne peuvent se résoudre que par l'accroissement des dimensions et par l'approfondissement des ports.

Il reste donc, en faveur du roof, les jours latéraux des salons au lieu des jours verticaux, des accès de plain-pied sur le pont au lieu d'escaliers. L'aérage de la salle des repas est isolé des cabines. Ces dispositions semblent surtout précieuses dans les régions où l'atmosphère est inclémente; préférées sur la ligne de New-York, elles sont rares dans les belles mers de l'équateur et des Indes.

Quant au quatrième type de navires mixtes, à grande dunette à l'arrière et teugue à l'avant, ayant sa partie centrale à une très-faible hauteur sur l'eau, les récents naufrages qui ont attristé le commencement de l'année 1866 ayant exclusivement frappé ce genre de navires, il est à présumer qu'il disparaîtra s'il ne s'améliore pas sensiblement par une augmentation de creux propre à affaiblir sa densité et à l'élever sur l'eau dans les gros temps.

Les États-Unis seuls semblent décidés à prolonger l'emploi des roues dans les traversées transocéaniennes. Il a déjà paru dans l'est de l'Atlantique et dans l'ouest du Pacifique, de nouveaux navires qui, depuis la paix, desservent les lignes de New-York à Aspinwall et de Panama à San-Francisco. Ce type dont la pl. 27 indique les dispositions générales, présente, en ce qui concerne son moteur, une complète analogie avec les bateaux de rivière et avec un grand nombre de navires marins Américains, à savoir : la machine unique avec son balancier placé au-dessus du pont (overbeam); et une disposition particulière de la coque, dans laquelle le pont fait saillie au delà des murailles du navire; il est porté par des consoles en fer. La mer doit être bien calme dans ces parages de l'Océan pacifique, pour que des parties aussi exposées ne soient pas fréquemment emportées. La

spacieuse plate-forme qu'offre le pont ainsi élargi est d'ailleurs un grand avantage, dans ces latitudes chaudes, pour les milliers de passagers que reçoivent les navires. Le courant d'émigrants sur cette ligne est considérable dans les deux sens. Le chemin de fer de Panama en transporte, d'un océan à l'autre, près de quatre mille par mois.

La navigation de New-York à Aspinvall et celle de Panama à San-Francisco est d'ailleurs plutôt un service côtier qu'une ligne transatlantique. On comprend que la facilité de se réfugier dans quelque rade à l'approche du mauvais temps ait une influence sur le système de construction des navires.

L'histoire des échecs successifs et nombreux des tentatives des Américains pour l'établissement de services transatlantiques entre l'Europe et les Etats-Unis a perdu en grande partie de son intérêt : nous en dirons néanmoins quelques mots.

Après le retrait de la subvention et la perte de deux navires, la Compagnie Collins a été ruinée.

La Compagnie Livingston a perdu d'abord deux de ses navires ; puis elle a soutenu avec succès, et elle continue aujourd'hui entre New-York et le Havre, par Southampton, un service régulier, au moyen de deux paquebots à roues, de faibles dimensions, l'*Arago* et le *Fulton*. Leur vitesse est de 9ⁿ5.

La Compagnie Vanderbilt a commencé avec des navires trop faibles et terminé avec un navire rapide portant le nom de l'armateur. Ce navire, dont la largeur est disproportionnée avec le tirant d'eau, a un grand excès de stabilité ; ses roulis vifs et violents le firent abandonner par les passagers, malgré sa vitesse (13ⁿ).

Les constructions navales des Compagnies transatlantiques américaines ont été l'objet d'un rapport détaillé de M. Pastoureau, ingénieur de la marine de l'Etat (1857).

Nous placerons ici quelques données utiles sur la houille considérée commercialement et comme le combustible exclusivement employé par la marine à vapeur transocéanienne. Il s'agit particulièrement des houilles anglaises.

Le combustible est un chapitre important de la dépense de la navigation à vapeur. Il n'a pas été produit par la nature avec une libéralité qui en assure la répartition facile et économique sur tous les points du globe. Aujourd'hui la houille est exportée d'Angleterre à peu près partout où la navigation à vapeur transocéanienne a pénétré. Cela s'explique :

D'abord la houille alimente presqu'exclusivement les navires à vapeur des Compagnies postales, parce que l'Angleterre est le pays du monde qui demande aux contrées transocéaniennes, le plus de matières premières, et que si elle n'y portait pas de la houille en échange, ses propres retours en produits manufacturés ne fourniraient pas un frêt suffisant. C'est aussi parce que les houillères Anglaises sont les plus favorisées de la nature pour la qualité et pour les accès aux ports d'embarquement. Leur prix est donc le plus bas pour ces deux causes.

L'Angleterre sera, sans doute, bientôt, suivie dans cette voie par l'Amérique du Nord. Plus riches qu'elle en houille, riches aussi d'une population plus marine et plus entreprenante, mais producteurs eux-mêmes de matières premières, les États-Unis n'appellent pas encore au même degré les retours des contrées placées dans les mêmes conditions de production.

La houille anglaise, propre aux machines marines, coûte de 10 à 14 fr. la tonne sur les fosses ; 15 fr. à bord des navires dans les ports anglais ; 25 fr. sur le littoral de l'Océan français ; 35 fr. dans les ports de la Méditerranée ; 45 fr. aux Antilles ; 70 fr. à Aden ; 50 fr. à Ceylan ; 45 fr. à Calcutta et à Singapore ; 57 fr. 50 à Hong-Kong. Le frêt du charbon de Cardiff dans les mers de l'Inde est de 30 à 35 fr. pour les ports où les retours sont assurés.

L'Angleterre a exporté en 1864, dans les pays transocéaniens, les quantités de houille suivantes que l'on peut considérer comme presque exclusivement destinées à la navigation à vapeur.

En Australie.....	14.728 tx.
Indes orientales.....	542.032
Indes occidentales.....	529.361
Amérique du nord.....	334.354
Amérique du sud.....	415.203
Açores, Canaries, Madère....	40.755
Nouvelle Zélande.....	5.356
	1.881.789 tx.

Sur l'exportation aux Indes orientales, la Chine a une part de 145,598 tonnes.

Sur celle de l'Amérique du Nord, les États-Unis entrent pour 202,763 tonnes.

Enfin, dans l'exportation sur l'Amérique du Sud, le Brésil entre pour 186,992 tonnes; le Chili pour 86,920 tonnes; le Pérou pour 50,207 tonnes.

Les ports américains sont principalement alimentés par les houilles et anthracites du pays. Les gîtes houillers Américains sont les plus étendus du monde. Les prix étaient, en 1861, sur la fosse, 13 fr. 50 la tonne; de 21 à 23 fr. à Philadelphie; de 25 fr. 50 à New-York; ils s'élevèrent pendant la guerre jusqu'à 45 fr. A la fin de 1864, le prix était encore de 50 à 55 fr., mais il est à croire que, par suite de la concurrence que ne peuvent manquer d'éveiller parmi les producteurs des bénéfices aussi considérables, les prix descendront au chiffre où ils étaient avant la guerre.

Lors de l'établissement des lignes postales des Indes, le Parlement Anglais voulut s'éclairer sur les ressources que l'extrême Orient offrait sous le rapport du combustible. On lui signala alors le gîte dit de *Newcastle*, dans la Nouvelle-Galle du Sud;

celui de *Formosa*, sur la côte de Chine ; celui de *Massacre-Bay*, dans la Nouvelle-Zélande ; le premier de ces bassins produisait annuellement 60,000 tonneaux dont une partie était exportée en Californie, et le prix de la houille à Sydney n'était que de 25 à 28 fr.

La qualité en était suffisante. La faible quantité de houille que l'Angleterre exporte en Australie fait supposer que les mines du pays ont continué d'offrir des ressources sous ce rapport.

L'opinion de M. Simonin, qui a recueilli les faits les plus récents, est que les gîtes d'Australie, de la Nouvelle-Zélande, de la Nouvelle-Calédonie et des îles de la Sonde suffiront un jour aux besoins locaux.

La rareté et la distance des bassins houillers sont, pour la navigation transocéanienne, un fait capital, et lorsqu'on réfléchit à l'énorme poids de houille que les appareils de combustion jettent inutilement dans l'atmosphère sous forme de gaz combustible, hydrogène carboné et oxyde de carbone, on se prend à regretter l'insuffisance de la science et de l'art quant aux moyens d'utiliser le combustible pour produire de la vapeur.

Le prix du combustible sur les fosses s'élève, en Europe, insensiblement. La hausse des salaires, la profondeur croissante des exploitations et d'autres motifs, imposent au capital engagé dans les mines des conditions de plus en plus précaires et le rendent plus exigeant quant au revenu immédiat. Néanmoins cette hausse, quelque progressive qu'elle soit, n'aura pas une grande influence sur la navigation à vapeur transocéanienne, parce que, pour celle-ci, le frêt du charbon est l'élément le plus important dans le prix. Le frêt du charbon anglais pour le littoral, Est, de l'Amérique, s'élève au double environ de la valeur du charbon sur la fosse ; il s'élève au triple et au delà pour le littoral Ouest et pour l'extrême Orient. Il y a des raisons pour que le prix du

frêt du charbon diminue, ou qu'il reste au moins stationnaire, pour s'abaisser, en général, dans la direction des contrées auxquelles l'Europe demande des matières premières; or, cette demande s'accroît, et les produits manufacturés que l'Europe renvoie en retour ne suivent pas le même accroissement quant au poids et au volume.

A ces considérations, il faut ajouter, pour faire la part aux éventualités, le percement de l'Isthme de Suez, et l'établissement des chemins de fer à travers l'Isthme de Panama, qui feront baisser le prix du charbon dans l'extrême Orient et dans le Pacifique.

CHAPITRE XVIII

SERVICES POSTAUX TRANSOCÉANIENS

Sommaire :

Services postaux transocéaniens; prix et revenu du transport de la poste, en Angleterre, en France, aux États-Unis. Ensemble des entreprises de ce genre. Conditions principales de vitesse et de fréquence; influence de ces conditions sur le prix de transport; avantages des contrats d'une certaine durée pour les intérêts publics. Comparaison des divers services; prix du transport des passagers sur les diverses lignes postales. Mode légal de concession des services postaux.

Le gouvernement Anglais est entré depuis vingt-cinq ans dans un système de concessions des services postaux par voie de payement annuel et à forfait du prix de transport des lettres.

Une partie de ce prix a été mise à la charge des Colonies, auxquelles, dans ce cas, le produit postal a été abandonné proportionnellement à la part de sacrifices imposée à celles-ci.

L'administration des postes Anglaises produit chaque année des documents officiels indiquant les subventions payées aux Compagnies concessionnaires des services postaux; nous en donnons un extrait.

SERVICE POSTAUX A LA CHARGE EXCLUSIVE DE LA MÉTROPOLE	SUBVENTIONS.
Amérique du nord (concession Cunard).....	176.340 l.s.
Halifax et St-Jean de Terre-Neuve, Bermudes et St-Thomas (concession Cunard).....	14.700 »
Canada.....	80.360 »
Indes occidentales, Brésil, Buenos-Ayres (concession au Royal Mail).....	211.500 »
Côte occidentale de l'Afrique.....	25.000 »
Côte occidentale de l'Amérique du sud.....	18.250 »
	526.150 »

SERVICES POSTAUX PAYÉS EN PARTIE PAR LA MÉTROPOLE, EN PARTIE PAR LES COLONIES.			SUBVENTION	PART DES COLONIES.
Cap de Bonne-Espérance et Maurice.			37.700 l.s.	6.000 l.s.
Concession à la Cie Péninsulaire et Orientale.	Australie.	119.500	346.800	59.750
	Nouvelle Galle du Sud et nouvelle Zélande.	9.700		4.850
	Inde et Chine.	217.600		75.558
Bahama			3.000	1.500
Australie par Panama.			110.000	
			497.500	147.658

C'est, en résumé, une somme annuelle de 1,023,659 liv. st. ou 25,820,000 fr. payée à l'industrie pour le transport transatlantique des lettres et imprimés; en 1860, cette subvention était de 26,600,000 fr.

Le revenu postal était, dans la même année, 1860 :

Correspondance avec le nord de l'Amérique...	112.000 l. s.
Indes occidentales, Pacific et Brésil.....	78.000 »
Côte occidentale de l'Afrique.....	4.000 »
Cap de Bonne-Espérance.....	7.500 »
Australie.....	40.000 »
Indes orientales.....	84.000 »
	325.500

Le transport des lettres coûtait donc, en 1860, à l'Angleterre et à ses colonies 18,400,000 fr. environ. Le produit croissant des lettres doit avoir réduit cette dépense à 12,000,000 fr.

Les commencements des grandes entreprises de navigation transocéanienne qui effectuent ces transports pour le compte du Gouvernement, ont été bien difficiles; des pertes de navires et la transformation successive du matériel exigée par des conditions de vitesse toujours croissante ont fait de l'histoire de ces Compagnies celle de l'art lui-même de la construction navale.

La première période de leur existence a été racontée par Bourgois. (*Rapport sur la navigation commerciale à vapeur de l'Angleterre* 1857), et par M. Lebœuf (*Services transatlantiques à vapeur en Europe et aux Etats-Unis* 1860). Il ne nous reste qu'à compléter leur exposé par celui des faits plus récents. La situation actuelle des trois Compagnies, Royal-Mail, Cunard, Péninsulaire et Orientale, envisagée au point de vue technique, est pleine d'enseignements par suite de la nécessité qui s'est produite, pour chacune d'elles, d'employer des navires de types spéciaux, adaptés à la nature de la navigation qu'elles accomplissent et du trafic qu'elles desservent.

Le gouvernement des États-Unis a chargé du transport de ses dépêches la *compagnie Inman*, dite *Liverpool, New-York* et *Philadelphia steam ship Cy*, et les compagnies allemandes dites *North German Lloyd Cy* et *Hamburg-American Cy*. Ces entreprises ont pour base principale de leur trafic le transport

des émigrants et des marchandises. Les conditions de leur marché avec le gouvernement des États-Unis pour le transport des dépêches sont, l'attribution aux compagnies du produit postal réglé à 8 den. par 1/2 oz. ou 0 fr. 84 c. pour 15 grammes 54 (1). C'est environ moitié du tarif Anglais et Français qui est de 0 fr. 80 c. pour 7 gr. 5.

La France a traité, 1° avec la Compagnie des Messageries Impériales pour le transport des lettres sur le Brésil et sur les Indes orientales. Elle paie, pour ces transports, une somme annuelle de 14,685,000 fr.;

2° Avec la Compagnie générale transatlantique pour le transport des lettres sur le Mexique, et la Nouvelle-Orléans, sur les Antilles, sur Aspinwall et sur New-York. Le prix de ces transports a été fixé à 9,695,173 fr.

L'ensemble des sommes payées annuellement aux diverses entreprises de service postal peut donc être résumé comme suit:

Angleterre, ...	25,820,000 fr.
États-Unis (estimé à), ...	3,000,000
France, ...	24,380,173
	53,200,173 (2)

Les compagnies qui ont entrepris ces services ont un matériel naval dont la valeur dépasse 400 millions de francs.

Le tableau suivant présente, sur ce matériel naval et sur sa valeur, des indications générales sur lesquelles nous reviendrons dans l'exposé relatif à chacune des entreprises.

(1) On estime ce produit postal de 20,000 à 30,000 francs par traversée.

(2) Non compris le prix payé pour le littoral africain.

ENTREPRISE POSTALES.	NOMBRE de NAVIRES.	TONNAGE.	VALEUR du TONNEAU.	VALEUR du MATÉRIEL NAVAL.	RECETTE ANNUELLE non compris la somme payée par l'État.	DÉPENSES ANNUELLES.	PRIX du SERVICE POSTAL (8)
Royal-Mail.	18	37.827 tx	1.310 fr. (1)	49.422.500 fr.	14.640.000 fr.	12.081.000 fr.	5.235.000 fr.
Cunard Cie	11 (2)	29.660	1.310 (3)	39.000.000 (4)	»	»	4.840.000
Inmann Cie.	14	29.428	1.140	33 600.000	»	»	3.000.000
North German Lloyd	5	15.000	1.140	17.100.000	»	»	
Péninsulaire et orientale Cie . .	58	88.570	1.000	88.570.000	»	»	9.000.000
Messageries impériales.	63	112.146 (5)	1.020	114.740.000	29.361.306	28.214.656	14.455.172
Cie générale transatlantique. .	21	80.730 (6)	912	73.605.640 (7)	»	»	9.595.172
	190 (8)			416.038.140			46.260.000

(1) Ce chiffre est le quotient de l'actif par le tonnage des navires. (2) La Cie Cunard a 32 navires, jaugeant 50,660 t.; nous n'indiquons ici que ceux engagés dans le service postal. (3) Valeur supposée d'après la proportion de l'actif du Royal-Mail au tonnage de son matériel naval. (4) Valeur de construction plus 40 pour 100 de rechanges et immeubles. (5) Ce sont des tonneaux de déplacement qui correspondent à environ 78,500 tx de jauge brute, ou à 51,800 tx jauge légale. (6) Tonneaux de déplacement correspondant à 47.508 tx de jauge légale. (7) Plus 4,103,370 de matériel de pêche et usines. (8) Non compris les services postaux d'Afrique et du Pacifique.

La somme payée par les Gouvernements est basée sur l'importance du trafic en passagers et en marchandises à desservir sur les lignes postales. La combinaison économique est simple; le prix de transport payé par l'État est d'autant plus élevé que ses exigences de vitesse sont plus fortes et le trafic moindre.

La vitesse passe en première ligne dans la dépense, par plusieurs raisons :

La progression du travail nécessaire pour accroître la vitesse de mouvement d'un corps flottant dans l'eau étant celle du cube de l'accroissement de cette vitesse, elle ne peut se produire que par une augmentation de puissance motrice qui se traduit elle-même par un plus grand poids de machine et de combustible : ce qui emporte un plus grand volume de navire.

La conséquence de l'augmentation de la vitesse est donc, par-dessus tout, un accroissement des dimensions et du poids du navire.

Il est vrai que le rapport du poids consacré à la force motrice, à celui qui peut être utilisé commercialement, s'améliore aussi dans une certaine proportion, à mesure que la dimension du navire s'accroît elle-même; mais si le trafic ne permet pas l'utilisation du volume devenu disponible, la vitesse, c'est-à-dire l'intérêt à la vitesse, doit payer la différence de dépense du service. Cette différence, c'est le prix normal du transport des lettres.

Le prix de transport des lettres sera donc très-élevé quand la vitesse sera forte et que le trafic sera faible; il diminuera d'autant plus que le trafic sera plus abondant et que la vitesse exigée pour les lettres se rapprochera davantage de celle que le commerce réclame pour le transport des passagers et des marchandises.

Il en sera de même des conditions de fréquence et de régularité.

Alors on verra en très-peu d'années le port du navire postal en combustible passer de 600 à 1600 [tx], la puissance motrice de 400 à 1,200 chevaux. Le déplacement de 2,700 à 6,600 mètres cubes, parce que la vitesse de 9 [nds] 5 aura dû s'élever à 12 [nds] 32. C'est l'histoire du premier et du dernier type des Cunards à roues.

C'est aussi l'histoire des hélices du même armateur, d'abord employées au transport des émigrants et des marchandises à une vitesse de 8 nœuds et moyennant une consommation journalière de 25 tonnes de houille, et qu'il fait entrer plus tard dans le service postal à la vitesse de 12 nœuds, avec les dimensions des grands transatlantiques et une consommation de 80 tonnes par 24 heures.

Si le nombre des passagers riches était assez considérable pour fournir un aliment certain aux navires les plus rapides, la concurrence se produirait sur la vitesse avec plus d'intensité qu'aujourd'hui. Mais il n'en est pas ainsi. Depuis cinq ans, le navire le plus rapide entre tous, *le Scotia*, bien qu'il ait été plus fréquenté que les autres navires, n'a pas vu le nombre de ses passagers s'accroître dans la proportion de ce qu'il a coûté en construction et de ce qu'il coûte d'exploitation. Il est préféré, sans doute, mais il ne fait pas *son plein* à chaque voyage.

Depuis que son armateur a cru voir, dans les hésitations du Gouvernement à prolonger le contrat de transport qu'il avait passé avec lui, l'indice de sa cessation prochaine, il a abandonné de lui-même, pour ses constructions ultérieures, le type *Scotia*, qui lui avait valu à la fois la faveur publique et la prolongation de son contrat. Il l'a abandonné, malgré qu'il fût le plus rapide et qu'il présentât en même temps aux passagers le plus de comfort et de sécurité.

C'est dans la voie d'un type à hélice, *le China*, moins rapide que *le Scotia*, qu'il a continué ses armements. Ce type est in-

contestablement moins coûteux; il y a, sur le prix, une différence de près d'un million de francs avec *le Persia,* qui est le navire auquel il peut être comparé pour la vitesse.

On peut, par un calcul simple, démontrer l'avantage que l'armateur avait à agir ainsi :

Les sommes qui doivent couvrir les risques de voyage, la dépréciation, le renouvellement et l'entretien ont le coût de la construction pour mesure et s'élèvent à 21 p. 100 de cette dépense. Or, la différence de coût constitue déjà, en faveur du *China,* une économie annuelle de 200,000 fr. Ajoutons l'économie de près de 800 tonnes de charbon par voyage complet, soit 4,800 tonnes par an ou 120,000 fr. le mérite commercial de ce type devient plus évident encore. Mais l'armateur va plus loin; il modifie encore le type *China,* non dans le sens de la vitesse, mais dans le sens des dimensions en volume, espérant sans doute conserver en vitesse la limite à laquelle il ne craint pas encore de perdre ses passagers. A cet effet, sans accroître la puissance motrice, il accroît les dimensions, de telle sorte, que le port en marchandises du type s'élève, et ce sera encore un produit supplémentaire de 18 à 20,000 fr. par voyage, soit 110 ou 120,000 fr. par année.

Il s'est trompé sur ce dernier point, et l'avantage qu'il espérait est compensé par une faible réduction de vitesse; mais toujours est-il que, par le choix d'un type dont les installations sont moins agréables aux passagers, l'armateur a trouvé une économie annuelle de 420 à 440,000 fr. par navire. Sur 52 voyages annuels, ce serait un bénéfice de 3.800,000 fr.; et comme le prix à forfait payé par le Gouvernement pour le transport des dépêches est de 4,840,000 fr., l'armateur trouverait à gagner les quatre cinquièmes du prix qu'il reçoit en se servant d'un matériel un peu moins rapide que celui qu'il avait

construit dans l'espoir justifié d'en tirer une prolongation de durée de son contrat.

La faute commise par le Gouvernement Anglais en laissant éteindre pour l'armateur l'intérêt à un progrès continu dans la vitesse, progrès qui ne peut être obtenu qu'au moyen de l'appoint qu'il paie pour le transport des dépêches, ressort ici avec évidence.

Si M. Cunard eût été placé par le Gouvernement Anglais dans les circonstances où il a construit le *Scotia*, nul doute qu'il eût construit des navires à hélice qui auraient atteint la vitesse du *Scotia* en lui donnant l'avantage d'une grande économie sur le combustible et d'une plus grande capacité en cabines de passagers et en marchandises.

Non-seulement il n'a pas fait cela, mais il n'a pas voulu le faire, car il ne pouvait espérer, pour ses dernières constructions, plus de vitesse que pour le *China*.

Ce qu'il n'a ni fait, ni voulu faire, la Compagnie transatlantique, placée en meilleure position que lui au point de vue des garanties de l'avenir, l'a tenté et avec succès.

Ces faits suffisent pour faire comprendre l'importance, pour le Gouvernement comme pour l'armateur, de la condition de vitesse, entre toutes celles qui président aux marchés postaux.

L'armateur n'a pas, en pareille circonstance, d'autre voie à suivre que celle de son intérêt. En face de la cessation prochaine du contrat, les éventualités sont qu'il soit encore prolongé ou que le prix en soit réduit, ou bien que le transport postal soit donné aux navires les plus rapides pour le revenu postal ou pour moins que ce revenu. Dans toutes les éventualités, il est encore le premier prêt, puisque ses navires sont encore les plus rapides, les plus sûrs et ceux auxquels les passagers qui exigent la vitesse donnent la préférence.

Dans la situation actuelle, le Gouvernement Anglais est seul

en retard vis-à-vis de l'intérêt public, en ce sens qu'il a failli à se servir de ses ressources pour provoquer une vitesse plus considérable que celle que peuvent obtenir les dernières constructions du concessionnaire des transports postaux.

Le Gouvernement Français a montré une plus grande intelligence de l'intérêt public.

A l'époque où la vitesse de 11^n^5 n'était atteinte que par un seul navire (*Persia*) entre tous ceux que possédait l'armateur Anglais chargé du service postal, il a fait de cette vitesse une condition du contrat, et comme, à cette époque (1860), l'application de l'hélice au paquebot postal, pour de grandes vitesses, était encore dans les limbes, c'était là une condition dont la comparaison qui précède entre les dépenses des navires à roues et celles des navires à hélice peut faire ressortir l'importance. On comptait cependant que cette vitesse de 11^n^5 pourrait être facilement atteinte par des navires à roues de dimensions un peu moindres que celles du *Persia* et du *Scotia*, mais il été prouvé que cela était bien difficile, et si l'hélice n'eût pas apporté une solution favorable de cette grave question, la Compagnie courait le risque d'échouer dans une tentative que la faible profondeur du port du Havre avait conseillée et qu'elle faisait avorter.

Nous avons dit que la vitesse était, de toutes les exigences du service postal, celle qui avait le plus d'influence sur le prix de ces services; que, devant la fréquence des trajets, l'abondance ou la rareté du trafic étaient un second élément. L'étude des prix payés par les Gouvernements sur les diverses lignes postales offre, sous ce rapport, des comparaisons utiles.

Sur la ligne de New-York, où la vitesse est la plus forte, mais où le trafic est abondant, les concessionnaires du service postal ont dû assurer à leurs navires le transport presque exclusif des voyageurs de première classe. Ils y ont réussi en dépassant non-seulement la vitesse prescrite par le contrat, mais en défiant

toute rivalité à cet égard. Le prix du transport postal est de 14 fr. 33 c. par mille de 1853 mètres. C'est 7 fr. 72 c. par kilomètre. Sur la même ligne, le prix payé par l'Administration des postes Françaises est de 19 fr. 20 c. par mille marin ou 10 fr. 35 par kilomètre.

Mais les deux services ne sont pas dans la même situation.

Le navire Anglais coûte moins cher.

Les ports offrent en Angleterre des ressources d'entretien plus étendues.

La composition des équipages y est plus facile.

La différence du prix du charbon est en faveur des services Anglais, à l'aller, de 4 fr. 25 par mille marin pour les navires à roues et de 3 fr. pour les navires à hélice.

Enfin les ressources d'un trafic aussi abondant que celui qui est fourni par les ports Anglais, rendent les trajets plus productifs.

Le service d'Aspinwall et des îles du golfe du Mexique est effectué jusqu'à Saint-Thomas par des navires transatlantiques dont la vitesse est de $10^{n}5$. La distance de Saint-Thomas à destination est desservie par des navires de plus faible puissance à des vitesses de 8 à $9^{n}5$.

Le trafic, dans cette région, est loin de présenter l'abondance qu'il a entre l'Europe et les Etats-Unis.

Le prix payé par le gouvernement anglais est de 28 fr. par mille, s'il est rapporté à la seule distance de Southampton à Saint-Thomas. Il est de 12 fr. 76 c. s'il se rapporte à toute la distance franchie entre Southampton et les ports de destination. Le prix payé par la France est de 19 fr. 20 c. rapporté à toute la distance parcourue.

Si, en outre des considérations précédentes relatives aux dépenses comparatives de construction et d'exploitation des navires transatlantiques en France et en Angleterre, on ajoute que les

services Français viennent vingt ans après les services Anglais; que les relations de l'Angleterre avec la Californie, par Panama, sont très-supérieures à celles du Continent; que les colonies anglaises dans le golfe du Mexique sont plus riches et plus productives que les nôtres, la différence entre le prix Anglais et le prix Français sera bien justifiée.

Sur le Brésil, la vitesse réglementaire décroît encore. Elle est de 9ⁿ5. Le prix postal anglais rapporté à toute la distance franchie est de 5 fr. 65 par mille. Le prix Français est de 13 fr. 33. La différence se justifie par les mêmes raisons que celles qui précèdent.

Sur l'Inde, la vitesse réglementaire est aussi de 9ⁿ5 pour les parcours principaux et plus faible pour les autres. Le prix postal Anglais a été, à l'origine, de 26 fr. par mille marin, puis 15 fr. 70; aujourd'hui, rapporté à toute la distance franchie entre Southampton ou Marseille et les ports de destination dans l'Inde, le prix est réduit à 5 fr. 35 par mille.

Sur l'Australie, entre la Pointe de Galles et King's Georges Sound, le prix postal Anglais est de 24 fr. par mille marin pour 12 voyages, ou 17 fr. pour 24 voyages.

Le prix postal Français est, sur la Méditerranée, de 7 fr. par mille marin, et de 19 fr. 80 sur les mers de l'Inde. Dans des contrées où les Colonies Françaises n'ont aucune importance relative, où tout était à fonder comme trafic, c'était par la bonne installation des navires, par la vitesse, par les soins aux passagers qu'il y avait quelque chance de prospérer. Le succès a exigé un capital considérable. La Compagnie des Messageries-Impériales est aujourd'hui celle qui possède le matériel naval le plus important.

Le tableau suivant résume les faits que nous venons de présenter :

SERVICES POSTAUX	VITESSE RÉGLEMENTAIRE.	PRIX du transport postal par mille marin.		OBSERVATIONS
		Anglais.	Français.	
Europe et États-Unis. . . .	11 nds 5	14 fr. 33	19 fr. 20	Trafic abondant pour l'Angleterre.
Europe et golfe du Mexique.	10 5	12 76	19 20	d°
Europe et Brésil.	9 5	8 75	13 33	d°
Europe et Inde.	9 5	5 83	7 24	Méditerranée. Mer de l'Inde.
Inde et Australie.	9 5	24 »		

L'habitude de comparer entre eux les divers moyens de locomotion donnera quelqu'intérêt aux rapprochements suivants :

Un grand paquebot transatlantique à roues, type de *l'Atrato*, ligne de St-Thomas. (Royal Mail Cy), dépense 50 fr. environ par mille parcouru ou 27 fr. par kilomètre. Mais si on divise la dépense totale faite annuellement par la C^ie^ du Royal-Mail, par le nombre de milles franchis (grande ligne et annexes), cette dépense se réduit à 33 fr. 60 par mille ou 18 fr. 10 par kilomètre. Le prix postal est donc du tiers de la dépense du navire.

Le prix du transport postal anglais n'est pas, sur New-York, du quart de la dépense du navire.

En opérant de la même manière sur le parcours et les dépenses des Messageries Impériales, on trouve que le mille marin lui coûte 24 fr. 82 et que le prix postal payé est de 6 fr. 40 (1).

C'est le quart environ, mais cela n'a qu'une valeur compara-

(1) Ce dernier chiffre est de beaucoup au-dessous du prix à forfait appliqué au parcours réglementaire; cela vient des services Méditerranéens effectués sans subvention par la Compagnie.

tive dans le rapprochement entre ce prix et le prix postal Anglais, 5 fr. 35.

Le transport des passagers entre l'Europe et l'Amérique, nourriture comprise, soins médicaux, personnel, etc, est payé, d'après les tarifs officiels, aux prix indiqués dans le tableau suivant, ramenés au taux kilométrique :

CLASSE	NAVIRES de la Cie transatlantique.		NAVIRES de Cunard.		NAVIRES d'Inmann.		NAVIRES Brémois.	
	PRIX fr.	PAR KIL. c.	PRIX fr.	PAR KIL. c.	PRIX fr.	PAR KIL. c.	PRIX fr.	PAR KIL. c.
1re	700	12	655	11.6	556	9.8	520	9.2
2e	400	6.8	454	8 »	450	7.95	384	6.67
3e	300	5 »	»	»	397	7 »	»	»
Émigrants	»	»	»	»	200	3.53	200	3.48

Quant au tarif du frêt, il varie entre 75 fr. et 100 fr. la tonne, soit 0 fr. 0127 à 0 fr. 0170 par tonne et par kilomètre ; mais ce tarif compté d'après la tonne d'encombrement de 40 pieds cubes augmente ce prix, par rapport au poids, dans le rapport de 1 à 1,23.

Les tarifs des passagers sont semblables aux précédents sur l'Amérique centrale, Aspinwall, le Mexique et les Antilles.

Ils sont plus élevés sur le Brésil.

TARIF DES TRANSATLANTIQUES FRANÇAIS (MESSAGERIES IMPÉRIALES).

CLASSES de voyageurs.	ALLER		RETOUR		LOGEMENT.
	PRIX de Bordeaux à Rio-Janeiro.	PRIX par kil.	PRIX de Rio-Janeiro à Bordeaux.	PRIX par kil.	
1re	1.500 f.	16.5 c.	1.625 f.	17.5 c.	Cabine à 1 lit.
2e	1.125	12.1	1.250	13.42	» à 2 lits.
3e	875	9.4	1.000	10.75	» à 4 lits.
4e	400	4.30	500	5.37	Entrepont.

Ils sont encore plus élevés sur l'Inde.

TARIF DES MESSAGERIES IMPÉRIALES.

CLASSES de voyageurs.	DE MARSEILLE A CALCUTTA. (8,885 k.)		DE MARSEILLE A SHANGHAÏ. (16,220 k.)		LOGEMENT.
	PRIX	PAR KIL.	PRIX	PAR KIL.	
1re	1.500 f.	50.6 c.	5.250 f.	38.5 c.	Cabine à 1 lit.
2e	3.000	33.8	4.000	24.6	» à 2 lits.
3e	2.125	26 »	3.125	19.25	» à 4 lits.
4e	1.323	14.9	1.825	11.27	Entrepont.

Ces différences considérables dans le prix des passages démontrent mieux que tout raisonnement la nécessité, pour le service postal, de greffer ses transports sur l'industrie qui, seule, peut s'adapter avec facilité aux besoins du commerce.

L'union, dans la même entreprise, d'un grand service public et d'une grande industrie, a pour résultat de les féconder, de les développer l'un par l'autre. Elle est, nous le répétons, le

plus précieux de tous les principes d'activité et de force pour les États comme pour les individus.

Pour que cela apparaisse à tous les regards, il faut que le contrat qui les unit soit éclairé par une étude, par une discussion et par des formes qui laissent la conviction que l'intérêt public a été sagement envisagé.

Ces formes sont, en France, la préparation des bases des contrats par l'Administration spéciale que le service public concerne ; c'est l'adjudication publique sur les conditions, ou bien des traités directs soumis à la sanction du Conseil d'État et, lorsque les finances du pays sont engagées, à celle du Corps Législatif.

Jusqu'à présent, le mode d'adjudication publique s'est trouvé inapplicable en pareille circonstance. Pas plus en Angleterre qu'en France il n'a été possible d'y recourir. En principe, ce système est défectueux sur une des conditions essentielles des contrats, celle du choix du concessionnaire. Les qualités personnelles, l'expérience des grandes entreprises, les aptitudes spéciales, la puissance financière, tout ce qui compose, en un mot, les garanties morales, n'est pas assuré par l'adjudication publique, quelles que soient les mesures d'exclusion par lesquelles on cherche à protéger l'accès au concours contre l'esprit d'aventure.

Le système d'adjudication, comme tous les instruments de contrôle de la sincérité des transactions, peut être commode pour ceux qui s'en servent, Gouvernements ou individus, parce qu'il dégage leur responsabilité ; mais il n'est vraiment opportun et utile que lorsqu'il donne le travail aux mains capables de l'exécuter. Il expose, la plupart du temps, à des risques, et il est des entreprises qui n'en doivent pas courir : ce sont celles dont l'échec peut se convertir en un désastre public.

La forme Anglaise, pour créer les services postaux, pour en

déterminer le prix et les conditions, pour les prolonger ou les résilier à leur échéance, n'a pas de règles aussi formelles qu'en France.

Quand les besoins publics demandent l'établissement d'un service postal transatlantique, trois parties de l'Administration publique sont consultées : celle des Postes prend l'initiative, celle de l'Amirauté donne son avis, celle du Trésor contracte ; tantôt c'est par voie d'adjudication sur le montant de la subvention ou bien sur la vitesse, tantôt par voie de traité direct, tantôt en déférant préalablement au Parlement les bases générales des conventions, ou bien en inscrivant l'allocation au budget. Cette absence de règles générales a soulevé souvent de vives plaintes de la part des prétendants malheureux ; elles ont ému le Parlement, qui a institué des enquêtes restées précieuses par la lumière qu'elles ont jetée sur ces grandes entreprises. Mais, malgré le désir de trouver la voie la plus salutaire pour les intérêts publics et de couvrir le Gouvernement par l'application du principe de la libre concurrence à l'adjudication, malgré la recherche attentive des moyens d'obliger l'Administration publique à demander l'avis et l'autorisation préalable du Parlement avant d'engager les deniers publics, ces comités ont dû reconnaître qu'il était impossible de lier les mains au Gouvernement sur une forme stricte et unique de traiter, et ils ont préféré lui laisser, à cet égard, l'entière responsabilité de ses actes. Le blâme qu'ils ont exprimé sur certaines négociations (*galway-line*) a produit, d'ailleurs, un effet très-salutaire et on peut conclure que les formes employées laissent, à la fois, une suffisante initiative au Gouvernement pour choisir les instruments de ses services et des garanties de contrôle Parlementaire satisfaisantes pour les intérêts publics.

CHAPITRE XIX

COMPAGNIE DU ROYAL MAIL

(BRAZIL AND WEST-INDIA, ROYAL MAIL STEAM PACKET COMPANY.)

Sommaire :

Ensemble du service postal et des distances parcourues annuellement par les navires de la Compagnie. Vitesse de marche. Subvention. Matériel naval, perte, dépréciation, transformation de ce matériel. Aménagements de ses navires. Établissements à Southampton et à Saint-Thomas. Capital de la Compagnie, recettes, dépenses, compte d'assurances, bénéfice de ce compte. Compte de réparation et de renouvellement du matériel. Amortissement, réserve, dépenses d'exploitation annuelles, par voyage, par mille. Valeur actuelle de l'actif de la Compagnie. Motifs pour espérer la continuation de sa prospérité.

Il n'est pas d'entreprise de navigation transatlantique dont l'histoire soit plus intéressante que celle de la Compagnie Anglaise dite *Royal Mail Company*.

Ses services comprennent le transport des lettres, des voyageurs et des marchandises sur les îles et la terre ferme du golfe du Mexique et sur le Brésil jusqu'à Buénos-Ayres.

De Saint-Thomas, le Royal Mail accomplit un service mensuel régulier sur l'île de Cuba et le Mexique par la Havane, Vera-Cruz et Tampico; sur le Yucatan et le Honduras par Bélize; sur la Nouvelle-Grenade, par Sainte-Marthe et Carthagène; sur le Nicaragua et le Mosquita, par Grey-town et Blew-field; et un

service bi-mensuel régulier sur les îles de Porto-Rico, Saint-Domingue et la Jamaïque; sur toutes les Antilles du vent et Demerari d'une part, et de l'autre sur la Trinidad et l'île de Tabago; enfin sur Colon en se mettant deux fois par mois en communication avec le Centre Amérique, le Nord et le Sud du Pacifique, et mensuellement sur la Nouvelle-Zélande et l'Australie.

L'ensemble de ces transports est effectué par des navires de grande puissance allant de Southampton à Saint-Thomas et de Southampton à Rio-Janeiro et par des navires de plus faible puissance entre Saint-Thomas et les points desservis au delà.

Le service principal comprend 24 voyages annuels de Southampton à Saint-Thomas et retour, et 12 voyages de Southampton à Rio-Janeiro et retour.

La distance de Southampton à Saint-Thomas est de 3622 milles, et le parcours annuel entre les deux ports de. 173,856 milles.

La distance de Southampton à Rio-Janeiro étant de 4,956 milles, le parcours annuel est de. 118,944

C'est donc en réalité un parcours de.. . 292,800 milles. effectué par les navires les plus puissants et les plus rapides de la Compagnie.

Il est alloué pour la traversée directe de Southampton à Saint-Thomas 345 heures, ce qui suppose une vitesse de 10 nœuds 1/2.

La vitesse réglementaire sur Rio-Janeiro est de 9 nœuds 1/2. Le navire fait escale à Lisbonne, Saint-Vincent et Fernambouc, où il prend du charbon, et à Bahia.

Les distances partielles sont :

		Durée du trajet.
De Southampton à Lisbonne.....	866 milles	91 heures.
Lisbonne à Saint-Vincent.....	1560 —	164 —
Saint-Vincent à Fernambouc....	1600 —	168 —
Fernambouc à Bahia.....	410 —	43 —
Bahia à Rio-Janeiro.....	720 —	76 —

Les traversées de Southampton à Saint-Thomas sont effectuées par 3 navires en fer et à roues de 750 à 800 chevaux, par un navire en bois et à roues de 1,000 chevaux, et par quatre navires en fer, à hélice, de 500 chevaux.

Voici l'extrait des vitesses des steamers du Royal Mail (aller et retour) en trajet d'hiver. Elles sont extraites des registres du loch.

STEAMER LA PLATA, PARTI DE SOUTHAMPTON. *décembre* 1861.		STEAMER ATRATO. PARTI DE SAINT-THOMAS. *janvier* 1862.	
DATES.	NOMBRE de milles par 24 heures.	DATES	NOMBRE de milles par 24 heures.
19 octobre.	256 »	1er février.	224
20	251 »	2	232
21 mauvais temps.	227 »	3	246
22 »	243 »	4	246
23 »	218.5	5	243
24 octobre.	269 »	6	267
25	296 »	7	264
26	294 »	8	268
27	298 »	9	272
28	289 »	10	298
29 mauvais temps.	273 »	11 mauvais temps.	277
30 »	261 »	12 »	256
31 »	208 »		

Les jours de départ et d'arrivée sont supprimés dans ce tableau. La distance totale n'y est pas complète.

Les vitesses moyennes officielles de l'ensemble des paquebots

entre Southampton et Saint-Thomas sont indiquées au tableau suivant :

ANNÉES	VITESSES MOYENNES.		
	Aller.	Retour.	Générale.
	nœuds.	nœuds.	nœuds.
1864.....	10.6	10.1	10.35
1865.....	10.5	10.3	10.40
1866 (janvier à mars).....	10.1	10.5	10.30

La vitesse moyenne de chaque paquebot a été :

NAVIRES.	MOTEUR.	NOMBRE de traversées.	VITESSES MOYENNES.
			nœuds.
Shannon.	roues.	21	10.4
Seine.	id.	22	10.5
Atrato.....	id.	21	10.6
Plata (bois).....	id.	7	10.1
Tasmanian.....	hélice.	20	10.5

La marche des navires intercoloniaux faisant le service local varie entre 7ⁿ et 9ⁿ7. Ces navires sont pour la plupart les anciens grands steamers de la ligne d'Europe à Saint-Thomas et au Brésil.

Le service de Southampton à Rio Janeiro est effectué principalement par les 4 navires en fer et à hélice de 500 à 550 chevaux qui font aussi le service sur Saint-Thomas.

Les services annexes comprennent toute la correspondance entre Saint-Thomas et les points suivants du golfe :

	Distance partielle. MILLES.	Durée du trajet. HEURES.	Vitesse correspondante. NOEUDS.
1° 24 trajets doubles entre Saint-Thomas et Colon.			
par Jacmel.....	470	43	10 92
par la Jamaïque (1).	255	23	11 1
— par Colon.....	550	51	10 8
Trajet total.....	1275		
2° 12 trajets doubles entre Saint-Thomas et Tampico.			
par Porto-Rico....	70	8	8 75
— La Havane.....	968	97	10 »
— Vera Cruz.....	840	89	9 35
— Tampico.....	205	23	8 9
	2083		
3° 24 trajets doubles entre Saint-Thomas et Demerari.			
par Saint-Christophe.	150	17	8 82
Antigoa	70	8	8 75
— La Guadeloupe..	68	8	8 50
— La Dominique...	53	6	8 82
— La Martinique...	49	5	9 7
— Sainte-Lucie....	45	5	9 »
— La Barbade.....	108	12	9 »
— Demerari	392	44	8 9
	935		
4° 24 trajets doubles entre la Barbade et Tabago.			
— par Saint-Vincent.	95	10	9 5
— La Grenade...	84	84	9 32
— Trinidad.....	94	11	8 55
— Tabago.....	80	13	6 15
	353		
5° 12 trajets doubles entre Colon et Saint-Marthe.			
par Carthagène..	275	42	6 55
— Sainte-Marthe.	140	22	6 36
	415		
6° 12 trajets doubles de Colon à Grey-Town....	248	30	8 25

(1) Le service de la Jamaïque à Saint-Thomas est maintenant direct.

L'ensemble de ces services annexés au service principal sur St-Thomas comprend un parcours annuel de 188,532 milles.

7° 12 trajets doubles de Rio-Janeiro à Buenos Ayres.

—	par Montevideo...	1040 milles	130 heures.
	Buenos Ayres.	130 —	16 —
		1170	

ou 28,080 milles par an.

En résumé, le service sur Saint-Thomas et Rio-Janeiro exige un parcours annuel par les grands navires,

de.	292 800 milles
Celui des services annexes est de.	216 612 »
Et le parcours total. . . .	509 412 milles

Le rapport à l'assemblée générale de 1863 indique, en ce qui concerne les distances parcourues, et la subvention qui s'y applique, que la subvention pour le service du golfe est assurée pour 7 ans, à partir du 1er janvier 1864 à

la somme de.	192 914 L. S.
et pour le Brésil à . . .	33 500 »
Total. . .	206 414 L. S.

Les comptes de 1865 portent 207,589 liv. st. en recette.

Le rapport ajoute que la réduction sur les subventions antérieures est ainsi de 5,126 liv. st., mais que, d'un autre côté, par la suppression du service de Honduras et de Greytown à Blewfields, le parcours sera réduit de 399,888 milles à 358,584 mil. Diminution 41,304 milles. Il ne s'agit ici que du service de Southampton sur le golfe du Mexique.

Ces chiffres s'accordent très-sensiblement avec ceux de l'indicateur officiel des postes françaises que nous avons reproduits;

mais ils ne s'accordent pas avec les parcours indiqués par Bourgois qui porte le service sur le golfe à. . . . 440 340 milles
et le service du Brésil à . . . . 153 864 »

Total. . . . . 594 204 milles

C'est 84,792 milles de différence avec l'indication officielle des Postes et de la Compagnie qui paraît exacte.

En 1859-60, la subvention donnée par le Gouvernement Anglais, sous ce titre, West India, Pacific and Brazilian packets était de 293,500 liv. st. (7,400,000 fr.), le service postal (*sea postage*) était de 78.000 liv. st. (1,970,000 fr.). La perte de 215,500 liv. st. (5,430,000 fr.).

Ces chiffres doivent être rapprochés de ceux qui suivent et que nous extrayons du rapport de Bourgois, 1855.

ANNÉE 1853-54.

Services.	Subventions.	Revenu annuel net.		
Indes occidentales.	240 000 l. s.	(1) 53 568 l. s.	perte	186 432 l. s.
Brésil et La Plata.	30 000	31 842	bénéfice	1 842
Océan pacifique...	25 000	5 001	perte	19 999

En cinq ans, la part du Gouvernement a été diminuée par une première réduction sur la subvention de 1,582,000 fr., et par le progrès du revenu postal. Il est vraisemblable qu'elle ne s'élève pas aujourd'hui, annuellement, à 2,000,000 de francs.

Le tableau suivant présente, par ordre de date de sa mise en service, le matériel naval de la Compagnie, à la fin de 1865.

(1) De 1842 à 1850, la subvention était de 270,000 l. s.

ÉTAT OFFICIEL DU MATÉRIEL NAVAL DE LA Cie DU ROYAL-MAIL STEAM PACKET COMPANY

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS			TONNAGE		PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
		Longueur	Largeur	Creux	non compris l'espace de la machine	brut		
		pieds	pieds	pieds	tonneaux	tonneaux		
NAVIRES EN BOIS								
Conway. . .	1846	186.5	28.4	19.5	580	930	300	Roues
Derwent . .	1850	175.4	26.4	18 »	550	794	280	do
La Plata. .	1851	280.5	37.4	27 6	1.475	2.404	1.000	do
Parana. . .	1851	360.»	36.8	33.1	1.720	2.730	800	do
Solent . . .	1853	277.3	34.9	27.3	1.064	1.689	460	do
Tamar . . .	1854	287.5	33.7	26.5	1.076	1.707	400	do
NAVIRES EN FER								
Wye. . . .	1863	202.2	27.9	21.1	438	754	180	Hélice
Atrato. . .	1853	336.6	40.9	33.6	1.970	3.126	750	Roues
Tyne. . . .	1854	296.6	36.2	27.1	1.207	1.916	400	do
Tasmanian.	1858	346 »	39.2	30.1	1.275	2.253	550	Hélice
Oneïda. . .	1855	306.8	38.9	19.2	1.372	2.285	530	do
Shannon. .	1859	330·1	44.5	26.2	2.187	3.472	800	Roues
Seine. . . .	1859	361.6	44.1	33.9	2.164	3.440	800	do
Eider. . . .	1864	296 »	32 1	16.2	1.114	1.564	300	do
Mersey. . .	1859	260.1	30.2	16.5	730	1.061	250	do
Douro . . .	1865	340 »	40 »	25.6	1.450	2.824	500	Hélice
Rhône . . .	1865	340 »	40 »	25.6	1.450	2.738	500	do
Danube. . .	1865				1.180	1.670	460	Roues
Arno. . . .	1865				780	1.136	250	do

COMPOSITION DU MATÉRIEL NAVAL EN NAVIRES EN FER ET EN BOIS :

GRANDES LIGNES

NAVIRES EN BOIS

Navires	Tonnage	Puissance
La Plata .	2.404 t.	1.000 c.
Parana . .	2.790	800
4	5.134	1.800

NAVIRES EN FER

Navires	Tonnage	Puissance
Atrato. . .	3.126 t.	750 c.
Tasmanian	2.253	550
Oneïda . .	2.285	530
Shannon. .	3.472	800
Seine . . .	3.440	800
Douro. . .	2.738	500
Rhône. . .	2.824	500
7	20.138	4.430

9 navires, 25.272 tonneaux, 6,694 chevaux.

LIGNES ANNEXES

NAVIRES EN BOIS

Navires	Tonnage	Puissance
Conway . .	930 t.	300 c.
Derwent. .	794	280
Solent. . .	1.689	400
Tamar. . .	1.707	400
4	5.120	1.380

NAVIRES EN FER

Navires	Tonnage	Puissance
Wye. . . .	754 t.	180 c.
Tyne. . . .	1.916	400
Eider . . .	1.556	300
Mersey . .	1.061	250
Danube . .	1.670	400
Arno.. . .	1.136	250
6	8.090	1.780

10 navires, 13,849 tonneaux, 3,160 chevaux.

Total : 19 navires jaugeant 33,362 tonneaux, et de 9,890 chevaux.

Divisé en navires à roues, en bois et en fer, et en navires à hélice, ce matériel se compose comme suit :

SERVICES DES GRANDES LIGNES.

Navires en bois à roues.	*La Plata, Parana.*	Grandes lignes.
— en fer et à roues.	*Atrato, Shannon, Seine.*	
— en fer et à hélice.	*Tasmanian, Onéida, Douro, Rhône.*	

SERVICE DES ANNEXES.

Navires en bois et à roues.	*Conway, Derwent, Solent, Tamar.*	Annexes.
— en fer et à roues.	*Tyne, Mersey, Eider, Danube, Arno.*	
— en fer et à hélice.	*Wye.*	

Des 19 navires en service, 6 seulement sont en bois, 13 sont en fer.

Les 49 traversées entre Southampton et St-Thomas peuvent être accomplies par quatre navires. *L'Atrato*, *la Seine* et *le Shannon*, tous trois en fer et à roues, font régulièrement, depuis plusieurs années, six voyages complets par an, soit chacun 43,464 milles, en 172 jours de mer. *La Plata*, navire à roues en bois, acheté à la C^ie^ Cunard, vient de subir de grandes réparations.

Le Parana, à roues et en bois, fait la réserve sur cette ligne ; il peut encore faire des trajets d'été ; mais si, en hiver, l'un des quatre navires à roues est empêché, il est relayé par un des quatre navires à hélice. Trois de ces derniers navires suffisent aux 24 traversées qu'exige le service du Brésil ; le quatrième est en réserve. Huit traversées par an sur le Brésil, et par navire, constituent un parcours de 39,668 milles, et 157 jours de mer.

Ainsi, pour accomplir un parcours annuel de 292,800 milles, un navire de réserve aurait suffi, tant, dans ces dernières années, le service a été régulier.

Le parcours moyen annuel des navires attachés aux services annexes est de 21,661 milles, mais on peut considérer que sur les 10 navires en service, trois sont habituellement en réserve ou en réparation, ce qui implique un service actif de 31,000 milles, par an, pour chacun.

Avant d'en arriver à cette situation que la Compagnie considère aujourd'hui comme à peu près normale, elle a dû subir de nombreux sacrifices.

La Compagnie a perdu par échouage huit navires en bois de 400 chevaux de force et de 1800 à 1880 tonneaux de jauge. Elle a perdu, par échouage et par incendie, deux navires en fer de 764 et 800 chevaux de force, jaugeant 3,300 et 2567 tonneaux. Par échouage, une coque en fer de 2,250 tonneaux, sortant du chantier pour recevoir sa machine.

Elle a vendu, comme navires en bois, hors d'usage :

Trois	navires	de 800 chevaux.
Trois	d°	de 430 à 450 chevaux.
Cinq	d°	de 400 chevaux.
Trois	d°	de 60 à 250 chevaux.

Ces 26 navires, jaugeant 46,618 tonneaux, ayant 11,256 chevaux de force, avaient coûté à la Compagnie plus de 38,000,000 francs.

Les causes de ces pertes et de ces ventes sont multiples.

Aucun navire n'a sombré pour cause de fatigue à la mer. C'est sur des écueils abordés avec autant de négligence que de témérité, que le plus grand nombre de ces navires s'est brisé. On a longtemps reproché aux Commandants de ces navires de

diriger leur route pour reconnaître l'écueil au lieu de s'en éloigner. Plus tard, en 1859, et quand le souvenir de ces désastres s'affaiblissait, un magnifique navire en fer de 764 chevaux, *le Paramatta*, a échoué à son premier voyage, en arrivant à St-Thomas, par l'incurie du Capitaine, auquel le certificat de capacité fut retiré par le *Board of Trade*.

Quelques années auparavant, un navire neuf, en fer, de 800 chevaux, *l'Amazone*, avait brûlé en mer à son premier voyage, à 160 milles de Southampton.

Dans ces dernières années, à l'exception de *l'Avon*, perdu en 1863, la Compagnie a été plus heureuse, et d'ailleurs les produits de ses services, aidés de la subvention, ont largement couvert les sinistres et surtout la transformation que l'accroissement exigé dans la vitesse a amenée dans le matériel naval.

Trois espèces de navires se sont succédé en vingt-trois ans : c'étaient d'abord les navires en bois, à roues, de 400 chevaux et de 1,800 tonneaux de jauge. La vitesse exigée était de 8 nœuds.

Ils furent remplacés par des navires en bois et à roues, et postérieurement par des navires en fer et à roues d'une puissance double des précédents et de 3,300 tonneaux de jauge. La vitesse fut fixée, sur Saint-Thomas, à 10 nœuds, plus tard à 10^{nds} 5. Sur *le Brésil*, d'abord à 9 nœuds, plus tard, à 9^{nds} 5.

Les vitesses moyennes de chaque navire pendant l'année 1865 sont indiquées dans le rapport du président à l'Assemblée Générale d'avril 1866. Nous les avons extraites et reproduites (page 82) d'un document officiel. Mais ce qui ressort spécialement de ce rapport, c'est que la Compagnie a modéré volontairement la vitesse de ses navires sur le Brésil, ainsi que l'indiquent les rapprochements suivants :

				Entre Southampton et Saint-Thomas.	Brésil.
Atrato...	navire construit	en fer,	à roues	10 74	»
La Plata.	—	bois	—	10 20	9 95
Tamar ..	—	—	—	10 65	»
Parana..	—	—	—	»	9 76
Oneida...	—	en fer	à hélice	10 58	9 52
Rhône....	—	—	—	10 56	9 91
Douro...	—	—	—	»	10 39

La Compagnie a cependant donné, sur le Brésil, une vitesse supérieure à celle à laquelle elle est obligée, sans néanmoins atteindre celle que prennent ses navires sur Saint-Thomas. Aucune concurrence directe ne l'invitait à accélérer sa marche sur cette ligne.

Les navires à roues que la Compagnie emploie sur le Brésil consomment, par voyage, 1,950 tonnes de houille, tandis que les deux derniers navires à hélice, *le Rhône* et *le Douro,* marchant à des vitesses égales, offrant aux voyageurs des installations semblables avec des cales à marchandises plus spacieuses, ne consomment que 1,607 et 1,570 tonnes. (Rapport, 1866.)

C'est en 1853 que la Compagnie a fait construire son premier grand navire en fer, *l'Atrato*, dont elle a, cinq années plus tard, reproduit le type par *le Shannon* et *la Seine.* Ce navire a justifié, par un service irréprochable pendant douze ans et par la conservation, jusqu'à présent, de toutes ses qualités nautiques, les espérances de la Compagnie. Nous renvoyons au chapitre 23 les données techniques sur ce navire (voir planche 21). C'est un spardeck comme tous les navires du Royal Mail, à l'exception du *Plata*, acheté à Cunard.

Le pont supérieur est bordé de simples garde-corps à grillage. Il ne contient d'autres habitacles que la cuisine et les ca-

bines de service de chaque côté des tambours des roues : il n'est interrompu que par les claires-voies de lumière et d'aérage, les capots d'escaliers et les écoutilles des cales.

Sous ce pont sont, à l'arrière, quatre rangs de cabines (pl. 21, fig. 1). Il en est de même à l'avant, où se trouvent les logements des officiers et de l'équipage : c'est le main-deck. Le salon-deck ou second pont est au dessous (fig. 2); il contient, à l'arrière, la salle à manger bordée d'un simple rang de cabines; la disposition est la même à l'avant, mais les rangs de cabines y sont doubles.

On reproche à ces aménagements le défaut d'aérage de la salle à manger et l'ouverture directe des cabines sur cette salle; l'obligation de fermer les hublots des cabines du salon-deck, pendant les premiers jours et pendant les mers fortes; l'impossibilité pour les passagers de se tenir sur le pont pendant les gros temps.

On leur reproche encore de n'offrir à la lumière, à l'air et aux accès à l'extérieur que des ouvertures verticales et des escaliers, au lieu de salons éclairés latéralement et de plain-pied avec le pont.

Ces inconvénients, que n'offrent pas les navires à roof dans lesquels la salle à manger est placée sur le pont, sont compensés par des avantages spéciaux au système à spardeck. L'aérage des quatre rangs de cabines dans les navires à roof est moins direct; les pavois pleins et élevés qu'exigent ces navires offrent plus de résistance au vent. Dans les latitudes chaudes, la salle à manger, placée sous le roof, bien que plus aérée, est, dit-on, plus chaude, parce qu'elle reçoit le contact immédiat des rayons solaires. L'ingénieur préfère le spardeck, parce que le pont et ses murailles sont une partie même du navire et augmentent à la fois sa hauteur sur l'eau et sa solidité, tandis que le roof, loin de contribuer à la solidité du navire, la diminue. Des marins préfèrent aussi le spardeck, parce qu'en l'absence de pavois, la lame qui

le couvre dans les gros temps s'écoule vite, ce qui permet au navire de se relever rapidement; parce que le pont, plus dégagé, rend les manœuvres plus faciles, parce que l'œil y peut tout embrasser facilement. Les poids des habitacles sur le pont ont une importance considérable, puisque leur moment est en raison de leur éloignement du centre de gravité. C'est pour cela qu'ils accroissent l'amplitude du roulis. Mais quand le navire a été calculé pour les recevoir, cela n'a nul inconvénient; si le roulis est plus ample, il est aussi plus lent et plus doux, la mer fatigue moins le navire.

Le roulis est, dans un navire, ce que l'ingénieur veut qu'il soit quand il sait dessiner ses lignes et calculer ses dispositions.

La Compagnie du Royal Mail a fait l'expérience des deux systèmes. En 1852, elle a mis en service *La Plata*, acheté de la Compagnie Cunard, en remplacement de *l'Amazone*, brûlé en mer. Ce navire est à roof; son pont est couvert d'habitacles bordés par des pavois pleins de 2 m. 25 de hauteur. Depuis, la Compagnie a fait construire *l'Atrato*, et plusieurs années après, *le Shannon*, *la Seine* et ses autres navires dans le système à spardeck.

Il faut bien reconnaître que pour satisfaire à la fois l'armateur, le marin et les passagers, dans toutes les situations, pendant le calme de la mer et de l'atmosphère et pendant la tempête, sous des cieux brûlants et dans des régions froides, il n'y a pas encore de solution générale bien définie.

Si l'ingénieur et le marin semblent préférer le spardeck; l'armateur et le passager donnent la préférence aux navires à roof, au moins dans les régions tempérées comme sur la ligne de New-York.

Il était probable que l'hélice, qui donne à la voile une part plus grande dans la locomotion, trancherait la question

en faveur des ponts ras à cause de la facilité de la manœuvre ; et cependant, malgré la préférence presqu'exclusive donnée au pont ras dans les mers chaudes, les grands navires à hélice récemment construits pour la ligne de New-York sont à roof, ce qui semblerait prouver que l'armateur ne considère pas ce type comme inférieur au spardeck dans la mauvaise saison et pour l'usage facile des voiles.

Aujourd'hui, que la tendance manifeste est de substituer le navire à hélice au navire à roues, si l'*Atrato*, *la Seine* et *le Shannon* n'étaient pas des constructions de premier ordre dont la durée peut être indéfinie, ils seraient bientôt remplacés par des bateaux à hélice comme viennent de l'être *le Magdalena* et *le Parana*, navires à roues, et en bois, de 800 chevaux, dont le *Douro* et le *Rhône*, hélices de 550 chevaux prennent cette année la place.

Les détails qui suivent expliqueront comment la Compagnie a pu pourvoir à de semblables transformations. Ses ressources se sont composées de son capital, des produits de son exploitation et de la subvention du Gouvernement.

Les dépenses ont été celles de son exploitation, celles encourues par la perte des navires, par leur dépréciation, par leur transformation et par la création d'un matériel nouveau.

Dans les dépenses d'exploitation, l'entretien et la refaçon des coques en bois ont pris une part importante ; mais les accidents de mer, la dépréciation et la nécessité de construire des navires en fer, de formes, de puissance et de système différents ont été une source de sacrifices supérieurs à ceux qu'on pouvait craindre.

La Compagnie a construit à Southampton des ateliers où elle fabrique ses chaudières, et exécute les réparations courantes de ses machines. Elle y a de vastes magasins. Les docks de Southampton lui offrent de commodes aménagements et des formes

sèches. Les établissements de la Compagnie à Saint-Thomas ont pris aussi une grande extension.

Les vingt-six navires transatlantiques qu'elle y expédie annuellement y sont rejoints par les navires intercoloniaux avec lesquels se fait l'échange, par transbordement, des dépêches, des passagers et des marchandises (1).

La Compagnie a été fondée au capital de 22,700,000 fr. Dès l'origine, 16,661,000 fr. ont été versés. Le cours des actions lui donne une valeur actuelle de 42,000,000.

Ce capital est resté le même ; les emprunts contractés dans les premières années ayant été remboursés.

Dans les douze années de 1854 à 1865 inclusivement, la Compagnie a reçu :

(1) La Compagnie entretient à Saint-Thomas ; un directeur (super intendent) dont les bureaux occupent quatre employés; les approvisionnements et la lingerie en exigent trois autres, le dépôt de charbon trois, et les ateliers un, avec cinq ouvriers européens. Ce sont 17 personnes dont le traitement coûte plus de cent mille francs.

Une maison d'administration, des magasins, des quais munis de grues à vapeur, des hangards à charbon, un vaste atelier en fer où se trouve un outillage assez important. Le port possède en outre un slip pour carêner les petits navires, et un dock flottant est en construction pour les grands transatlantiques. Ce sont deux entreprises particulières.

Les manutentions, à l'arrivée et au départ, sont facilitées par quatre treuils à vapeur, dont chaque navire transatlantique est muni et à l'aide desquels le charbon et les marchandises sont rapidement embarqués ou débarqués.

La nécessité de prendre à bord 1,400 à 1.600 tonnes de charbon dans l'espace de temps le plus court possible, exige l'emploi simultané des quais et des chalands, des appareils mécaniques, grues et treuils, et aussi des manutentions à bras.

Chacune des ouvertures par où le charbon peut entrer dans les cales, est l'objet d'un service confié à des équipes spéciales. Les noirs sont généralement employés à ces manutentions.

Les quantités de charbon de Cardiff reçues à Saint-Thomas, par la Compagnie, pour les services intercoloniaux et le retour en Angleterre de ses paquebots, était de 57,000 tonneaux en 1859, en en 1864, de 53,000 tonneaux.

La différence doit être attribuée aux économies de consommation, car les parcours effectués sont restés les mêmes.

La tonne de charbon revient à la Compagnie de 41 à 44 fr., embarquée à bord des steamers.

Une très-forte proportion de menu, 60 à 65 pour cent, est produite par les manutentions sans nombre qu'éprouve le combustible, et son exposition aux alternatives de soleil et de pluie.

La Compagnie a recueilli de grands avantages comme salubrité dans les climats chauds, de l'emploi des coques en fer.

Pour transport de passagers.	89 752 237 fr.
— marchandises. . . .	55 358 590 »
Pour transports militaires.	22 221 117 »
La subvention du Gouvernement.	78 136 015 »
Total.	245 467 959 fr.

Soit, par année moyenne. 20 555 600

En 1864, considérée comme une année normale, la recette a été :

	Pour l'année.		Par voyage.
Transport de passagers.	8 630 000 fr.	(1)	240 000 fr.
— marchandises.	6 890 000	(2)	191 500 »
Subvention.	5 480 000	(3)	152 200 »
	21 000 000		583 700 fr.

Au taux nouveau de la subvention, 5,200,000 francs, la recette serait par an de 20,720,000 francs et par voyage de 575,925 f.

Pendant ces douze années le rapport des produits a été :

Sur les passagers.	62 35 fr.
Sur le frêt.	37 65 »
	100

Mais ce rapport varie sensiblement, il était :

	En 1864.	En 1865.
Passagers.	55 6	60 4 fr.
Frêt	44 4	39 6
	100 »	100

Les produits des passagers et du frêt des marchandises, qui étaient, en 1854, de 8,652,000 fr., se sont élevés progres-

(1) En 1865, 8,840,000 fr.
(2) En 1865, 5,800,000 fr.
(3) Réduite depuis à 5,200,000 fr., ou 144,200 fr. par voyage : en 1865, 5,235,000 fr.

sivement et ont atteint en 1864, 15,520,000 francs. C'est une augmentation moyenne annuelle de 684,800 fr., qui, de 1860 à 1864, a été de 811,000 francs. Les termes de la progression peuvent d'ailleurs être jugés par l'état général suivant des recettes de la Compagnie, pendant ces douze années et pendant les quatre années qui les ont précédées.

ÉTAT DES RECETTES DE LA COMPAGNIE DU ROYAL-MAIL PENDANT 12 ANNÉES (DE 1854 A 1865 INCLUSIVEMENT.)

ANNÉES	FRÊT	PASSAGERS	TOTAL	TRANSPORT de troupes et location de navires	SUBVENTION	RECETTES TOTALES
1849	1.007.267	2.899.108	4.706.375	»	6.000.000	10.706.406
1850	2.115.177	3.341.320	5.456.497	»	6.000.000	11.431.497
1851	2.720.000	4.900.000	7.620.000	»	6.000.000	13.620.000
1852	3.163.175	5.486.425	8.649.800	»	Brésil compris 6.750.000	15.399.800
1853	pas de documents					
1854	2.782.874	5.869.484	8.652.323	5.908.029	6 750.000	21.152.744
1855	2.963.239	5.842.603	8.805.842	10.453.094	6.750.000	26.008.936
1856	3.750.000	6.343 700	10.093.700	3.500.722	6.750.000	20.345.100
1857	4.184.000	7.168.254	11.349.254	201.821	6.750.000	18.311.845
1858	4.003.688	7.537.512	11.541.200	859.818	6.756.195	19.157.213
1859	4.023.964	7.557.746	11.581.710		6.740.460	18.320.170
1860	4.584.403	7.691.494	12.275.897	208.615	6.731.085	19.215.631
1861	5.255.204	7.354.993	12 810.197	538.030	6.731.085	20.979.313
1862	5.564.604	8.368.492	13.933.096	750.189	6.731.085	21.414.371
1863	5.745.000	8.635.000	4.380.000		6.731.185	21.414.371
1864	6.890.000	8.640.000	15.520.000		5.480.000	21.000.000
1865	5.800.000	8.840.000	14.640.000		5.235.000	19.875.000
TOTAUX	64.549.595	106.646.098	172.045.888	22.420.318	102.886.095	298.352.297
à partir de 1854	55.643.976	90.018.245	145.583.216	22.420.318	78.136.095	247.194.694

Depuis l'établissement du service de la Compagnie transatlantique, les recettes de la Compagnie du Royal-Mail n'ont sensiblement baissé que sur le frêt des marchandises, ce qui peut être attribué à la concurrence récente d'entreprises de transport par navires à hélice.

Pendant ces douze années, la Compagnie a perdu 2 navires et elle en a vendu 10. Ces 12 navires étaient en bois et avaient une

puissance de 4,360 chevaux. Pendant la même période, la Compagnie a fait construire 11 navires en fer ayant une puissance de 5,280 chevaux. Elle a donc réalisé la transformation de la plus grande partie de son matériel en bois.

En 1854, le compte d'assurance présentait un bénéfice de.	3,758,000 fr.
La Compagnie y a ajouté 5 pour 100 par an, du coût de construction, pendant les douze années suivantes.	15,535,000 »
Total.	19,293,000 fr.

Ce compte présente en 1866 un bénefice de.	6,115,000	
Il a été, en outre, réparti aux actionnaires, sur ce compte, en 1857, 1858, 1864 et 1865.	3,367,500	
Total du bénéfice sur l'assurance. . .		9,482,500 fr.

La dépense d'assurance dans ces douze dernières années a donc été de.. . . . . 9,810,500 fr. qui ont servi à couvrir huit échouages, quatre collisions; la perte du *Tay*, de 400 chevaux, navire en bois; de la coque en fer du *Demerari*, de 2,250 tonneaux, perdue avant de recevoir sa machine; du *Paramatta*, 800 chevaux, échoué aux approches de Saint-Thomas; de *l'Avon*, 400 chevaux; l'accident à la machine du *Shannon*, et enfin une perte d'environ 1,200,000 francs sur un intérêt dans une Compagnie Australienne. Ce dernier prélèvement qui n'intéresse nullement le compte d'assurance, en porte les bénéfices réels à 10,682,500 fr. et pour les douze dernières années à 6,924,500 fr.

La Compagnie a, en outre, ouvert trois comptes spéciaux : l'un de *réparations et renouvellement du matériel* qu'elle a

doté d'une somme représentant quelquefois 10 pour 100, et plus habituellement 6 pour 100 de la valeur d'acquisition de son matériel naval.

La somme versée dans les douze derniers années au crédit de ce compte a été de . . . . . 25,871,000 fr.
elle a été insuffisante à concurrence de. . . 3,639,000 »
La dépense a donc été de. . . . . 29,510,000 fr.

Si on distrait de ce compte les sommes portées extraordinairement pour des causes spéciales, on trouve que la dépense moyenne annuelle d'entretien et renouvellement a été de 2,070,000 fr., et que dans les trois dernières années elle s'est maintenue à 1,950,000 fr. La part des coques dans ce chiffre d'entretien est supérieure à celle des machines, mais à mesure que les coques en fer remplacent les coques en bois, ce rapport se modifie.

Le prix d'acquisition du matériel de la Compagnie peut être estimé à 925 fr. par tonneau, soit pour 35,075 tonneaux 32,444,375 fr.; 6 pour 100 de cette somme ou 1,950,000 fr. sont portés au compte d'entretien et renouvellement.

Les 4 nouveaux navires en fer à hélice jaugeant ensemble 7,672 tonneaux et de 1650 chevaux de force ont coûté 8,000,000 fr., soit 1,042 fr. par tonneau de jauge et 4,850 fr. par force de cheval nominal.

En 1853, la Compagnie avait acheté le navire *la Plata* de 1,000 chevaux à la Compagnie Cunard; elle avait fait construire *le Magdalena*, *l'Orinoro* et *le Parana* de 800 chevaux chacun, en bois, et les avait payés 936 fr. par tonneau de jauge ou 2,860 fr. par force de cheval; six ans plus tard, la Compagnie faisait construire le *Paramatta* de 3,429 tonneaux et 764 chevaux, au prix de 946 fr. par tonneau de jauge ou de 4,050 fr. par cheval. Les navires coûtent aujourd'hui un peu

plus cher, mais ils sont supérieurs sous tous les rapports.

Le deuxième compte d'ordre a été ouvert à *l'amortissement du matériel*. Il a été crédité de sommes presque égales à celles portées au crédit du compte précédent. Il a reçu ainsi, en douze ans, 24,870,000 fr., et il reçoit encore tous les ans 6 pour 100 de la valeur d'acquisition du matériel naval.

Un troisième compte, dit *de réserve*, a reçu dans ces douze dernières années 3,748,500 fr.; il a paré à des pertes faites sur la vente de navires à des prix inférieurs à ceux auxquels ils étaient portés sur les inventaires.

A la fin du premier semestre de 1865, ce compte présentait un solde en bénéfice de 500,000 fr., et le Président annonça à l'Assemblée Générale que les causes qui avaient motivé la création de ce compte ayant cessé de subsister, il proposait que le solde fût distribué aux actionnaires.

Les résultats de ces diverses dispositions ont été non-seulement de permettre à la Compagnie de transformer son matériel naval, mais de l'amortir dans une forte proportion. A la fin de 1864, ce matériel dont la valeur d'acquisition avait été de 31,150,000 fr., n'était plus compté que pour 11,900,000 fr. En 1865, la *Clyde*, 430 chevaux; le *Thames*, 450 chevaux; le *Trent*, 450 chevaux; le *Magdalena*, 800 chevaux, et le *Parana* 800 chevaux étaient ou vendus ou en vente, mais leur prix était si faible à l'inventaire que le *Trent* n'a perdu que 3,525 fr., le *Magdalena* 131,000 fr., et on ne s'attendait pas à une perte plus forte sur le *Parana*, qui n'était porté sur les livres que pour 327,000 fr.

La Clyde, *le Trent* et *le Thames* avaient 23 ans. *Le Magdalena* et *le Parana* 14 ans seulement. En 1865, un nouvel amortissement de 1,821,000 fr. et quelques ventes avaient réduit à 9,450,000 fr. la somme pour laquelle le matériel naval entrait dans les comptes; mais les sommes payées pour *l'Eider*,

le Douro, *l'Arno* et *le Rhône*, ainsi qu'une plus value rendue à *la Plata*, le relevèrent de 7,275,000 : soit ensemble à 16,720,000 francs.

Les dépenses d'exploitation de la Compagnie sont résumées dans le compte suivant :

	Dépenses par année.	par voyage (1).
Combustible	5 040 000 fr.	140 000 fr.
Gages des équipages (2)	2 320 000	64 500
Nourriture des équipages et passagers.	2 700 000	75 000
Mobilier et fourniture (stores)	681 000	18 900
Frais de port et pilotage	290 000	8 500
Service général et stations	655 000	18 200
Dépenses de bureau	66 800	1 850
Contentieux	12 500	340
Salaires	387 000	10 770
Assurances (Coût réel)	870 000	25 200
Entretien et renouvellement	1 900 000	53 000
Amortissement	1 900 000	53 000
Total	16 822 300	469 260
Les recettes sont, par an	20 720 000	575 925
Les dépenses	16 822 300	469 260
Le revenu net	3 897 700	106 665

(1) Chaque voyage comprend le service principal et les services annexés.

(2) Le personnel d'un des grands navires du Royal Mail se compose de 105 hommes d'équipage, et 39 personnes chargées du service des passagers.

Voici le détail de l'équipage de l'*Atrato*.

1 Capitaine.
1 Second.
4 Officiers.
1 Docteur.
1 Caissier.
1 Domestique du capitaine.
1 de des officiers.
1 Chef mécanicien.
6 Aides mécaniciens.
1 Chaudronnier.
1 Maître d'équipage.
2 Seconds-maîtres.
4 Quartiers-maîtres.
24 Matelots.
2 Novices.
4 Mousses.
1 Cuisinier pour l'équipage.
24 Chauffeurs.
18 Soutiers.
1 Magasinier.
1 Maître charpentier.
1 Aide de
1 Chef de cale.
1 Capitaine d'armes.
1 Agent de l'amirauté.
1 Domestique des mécaniciens.

D'où il résulte que, sans la subvention du Gouvernement qui assure par an à la Compagnie une recette de 5,200,000 fr., ou 164,200 fr. par voyage, elle serait en perte. Mais la progression annuelle du trafic est de nature à fournir des ressources dont vraisemblablement la Compagnie devra faire usage pour se soutenir au niveau des besoins de vitesse et de comfort qu'exigent les longues traversées.

En résumé, le mode d'affectation en dépenses d'ordre pour

SERVICE DES PASSAGERS.

1 Chef des garçons.	1 Boucher.
1 Femme de chambre.	20 Garçons.
1 Cuisinier.	1 Laveur de vaisselle.
1 2e Cuisinier.	1 Boulanger.
1 Pâtissier.	

Un domestique par six passagers; quatre servantes chargées de la propreté des cabines; quatre servantes chargées de la propreté des salons.

Le chef des domestiques, chargé de l'office.

Le magasinier des vivres.

Le sommelier.

Les équipages des paquebots intercoloniaux sont composés d'Européens et d'hommes de couleur; ces derniers sont en général employés comme matelots, soutiers et domestiques. La Compagnie a dû renoncer à les employer comme chauffeurs par suite de leur peu d'aptitude pour ce service.

L'effectif de chaque steamer intercolonial est à peu près le même, nous donnons celui du *Tamar*.

COMPOSITION DE L'ÉQUIPAGE.

1 Capitaine.	1 Maganisier.
1 Second.	1 Chaudronnier.
3 Officiers.	1 Maître d'hôtel.
1 Docteur.	1 Boucher.
1 Caissier.	1 Cuisinier anglais.
1 Maître d'équipage.	1 — français.
1 Charpentier.	1 Laveur de vaisselle.
3 Quartiers-maîtres.	1 Cuisinier d'équipage.
18 Matelots de couleur.	1 Boulanger pâtissier.
12 Chauffeurs européens.	14 Domestiques.
12 Soutiers noirs.	1 Femme de chambre.
1 Chef mécanicien.	1 Capitaine d'armes.
1 Aide mécanicien.	1 Chef de cale.
1 Domestique pour les mécaniciens.	

On embarque parmi les domestiques des jeunes gens de 13 à 14 ans, qui se forment à bord des annexes pour être plus tard employés sur les grands steamers d'Europe.

l'entretien, l'amortissement, l'assurance, et laréserve, font, à la Compagnie, la situation officielle suivante :

Dépenses d'exploitation (1865)		12 130 000 fr.
Entretien, coût réel		2 003 000
Amortissement, compte d'ordre		1 821 000
Assurance, compte d'ordre		1 137 000
Perte sur la réserve		28 500
Dépense totale		17 119 500
Recette des voyageurs	8 840 000	
— des marchandises	5 800 000	14 640 000
Différence ou perte		2 479 500
Subvention de l'État		5 235 000
Différence ou bénéfice apparent		2 755 500

Telle est la situation officielle; mais elle n'est vraie qu'autant que les dépenses d'ordre (amortissement du matériel naval et assurance), sont liquidées. Or, il n'est pas douteux que l'amortissement qui a réduit le chiffre du matériel naval à 16,720,000 fr. est fort exagéré, et que le taux de l'assurance sur laquelle les actionnaires se sont partagés, depuis 9 ans, 3,367,000 francs, et qui présente encore un bénéfice de 6,100,000 francs, ne soit également exagéré. Il semble raisonnable, vu l'état actuel du matériel naval, de réduire l'amortissement à 3 pour 100 par an, ou. . . . . 900 000 fr.
et l'assurance à 2 1/2 pour 100, ou. . . . . 750 000 »

Dans ce cas, la dépense totale devient . . .	15 811 500 »
La recette, y compris la subvention, étant de	19 875 000 »
La différence, ou le bénéfice réel, est de. .	4 063 500 »

C'est-à-dire inférieure de 1,171,500 seulement à la subvention.

La régularité des dépenses d'exploitation résulte du tableau

suivant, dans lequel n'entrent ni l'assurance, ni l'entretien, ni le renouvellement, ni l'amortissement.

1854	. . . . .	12 599 570 fr.
1855	. . . . .	12 372 996
1856	. . . . .	12 235 419
1857	. . . . .	12 233 583
1858	. . . . .	12 072 583
1859	. . . . .	11 472 491
1860	. . . . .	12 175 602
1861	. . . . .	12 028 604
1862 1863 1864	. .	12 081 464

Les trois dernières années présentent entre elles une différence qui n'atteint pas 50,000 fr.

L'ensemble résumé des dépenses de l'exploitation ne donne pas une idée exacte de ce que coûte, à la mer, un navire transatlantique; mais les éléments que fournissent plusieurs des documents produits par la Compagnie aux Enquêtes Parlementaires, permettent d'entrer dans quelques détails à cet égard.

Suivons un des navires, *l'Atrato*, *la Seine* ou *le Shannon*, dans sa navigation entre Southampton et St-Thomas:

Six voyages complets sont accomplis en un an. Le navire a passé à la mer 15,140 heures, ou 172 jours et 12 heures:

Il a parcouru 43,464 milles:

DÉPENSES ANNUELLES ET PAR VOYAGE COMPLET D'UN NAVIRE TRANSATLANTIQUE ENTRE SOUTHAMPTON ET SAINT-THOMAS

Durée du voyage : 690 *heures ou* 28 *jours* 18 *heures.*

NATURE DES DÉPENSES	PAR AN	PAR VOYAGE 6 voyages	PAR MILLE double distance 7,244 milles
	fr.	fr.	fr.
3,185 tonnes de houille par voyage, au prix moyen de 40 fr. (1)	764.400	127.400	17 60
Matières grasses	36.000	6.000	0 83
Equipage (salaires)	190.000	31.666	4 36
Nourriture de l'équipage	89.000	15.833	2 18
d° des passagers	246.000	41.000	5 65
Mobilier, vaisselle, etc	78.000	13.000	1 80
Frais de ports et pilotage	24.000	4.000	0 55
Service général et stations	72.000	12.000	1 65
Salaires pour services accomplis par des manœuvres étrangers à l'équipage	48.000	8.000	1 11
Assurance.....5 0/0 sur 3.600.000	180.000	30.000	4 15
Amortissement 6 0/0 sur 3.600.000	216.000	36.000	4 97
Entretien.....6 0/0 sur 3.600.000	216.000	36.000	4 97
TOTAL DES DÉPENSES	2.165.400	360.000	49 82

Il résulterait de ce calcul comparé au résultat indiqué, p. 101, qui porte la dépense totale d'un voyage à 469,260 fr., que le service des annexes ajoute à chaque voyage complet, entre Southampton et St-Thomas, une dépense d'environ 110,000 francs.

(1) Combustible : 100 t. par 24 heures, déchets de chantier compris, font 19,110 tonnes par an, en comptant 1/10 en sus par heure d'allumage, la consommation pendant les arrêts, etc.

L'avoir de la Compagnie se présente aujourd'hui dans les conditions suivantes :

MATÉRIEL NAVAL. VALEUR ACTUELLE.

	JAUGEAGE	PRIX DU TONNEAU	VALEUR ACTUELLE
1° Cinq navires qui ont subi de nombreuses refontes et font un service régulier.			
1851 *La Plata*.....			
1846 *Connay*.....			
1850 *Derwent*.....	7 524 tx.	700 fr.	5 266 800 f.
1853 *Solent*.....			
1854 *Tamar*.....			
2° Six navires en fer légèrement fatigués.			
1855 *Onéida*.....			
1858 *Tasmanian*.....			
1853 *Wye*.....	9 832	850	8 357 200
1854 *Tyne*.....			
1864 *Eider*.....			
1859 *Mersey*.....			
3° Sept navires en fer de premier ordre.			
1853 *Atrato*.....			
1859 *Seine*.....			
1859 *Shannon*.....			
1865 *Douro*.....	17 720	1 040	18 428 800
1865 *Rhône*.....			
1865 *Danube*.....			
1865 *Arno*.....			
	35 076 tx.	moy. 912	32 052 860 f.

Par la progression de l'amortissement, ce matériel n'est plus sur les livres de la compagnie que pour 16,720,000 francs.

Mais l'actif reste au chiffre d'acquisition :

1° Valeur du matériel naval. . . . . 32 052 800 fr.

2° Établissements à Londres, à Southampton, à St-Thomas et à Colon. . . . . 1 395 000 »

A reporter. . . . . 33 447 800 fr.

Report.	33 447 800 fr.
Ces établissements, amortis en grande partie, ne sont plus sur les livres que pour 527,000 francs.	
3° Approvisionnements, matériaux, pièces de rechange.	2 865 000 »
4° Stock en charbon.	1 810 000 »
5° Bénéfice au compte d'assurance. . . .	6 120 000 »
6° Id. au compte d'entretien et renouvellement.	147 200 »
7° Bénéfice au compte de réserve.	912 500 »
8° Valeurs disponibles.	4 120 000 »
Total de l'avoir de la Compagnie. . .	49 422 500 fr.

En 1865, la Compagnie du Royal-Mail est sortie de la période des sacrifices qu'à amenés la première construction d'un matériel en bois, à formes lourdes et à vitesse réduite ; son trafic ne cesse de s'accroître. A mesure que le fret y prend une part proportionnelle plus grande, elle tend à substituer des navires à hélice à ses navires à roues; ceux-ci, *l'Atrato, le Shannon, la Seine* sont, après *le Scotia* et *le Persia*, les meilleurs modèles entre les transatlantiques Anglais. Leurs roues articulées leur permettent une immersion qui favorise le fret. Si le rapport entre le fret et les passagers continue à se modifier en faveur du fret, l'hélice tendra de plus en plus à se substituer aux roues. Il y a dans les productions Tropicales un aliment pour les navires rapides, qui doit s'accroître incessamment; l'activité des populations ne s'est pas encore portée vers ce genre de produits, faute de moyens de transports rapides, mais les puissantes facultés de végétation de ces contrées sont une richesse qui ne peut rester longtemps inexploitée.

Si la colonisation est plus lente dans la zône torride, la com-

pensation de la rareté de la main d'œuvre est dans la puissance de végétation que le soleil et l'eau y donnent à la terre.

Le golfe du Mexique, cette belle mer presque Méditerranée, qui semble formée par l'abaissement progressif du sol entre deux cordillères, dont l'une relie les deux Amériques, et dont l'autre constitue les Antilles Espagnoles, Anglaises et Françaises, reçoit au nord toutes les richesses du Mississipi ; à l'Ouest, les produits du Mexique ; à l'Est, ceux des Colonies où les cultures sont d'une fécondité que rien n'égale. Au Midi, elle ouvre à l'activité Européenne un littoral hospitalier, doué des facultés de production des Colonies elles-mêmes. Ce golfe, riche entre toutes les mers, commence à peine son rôle producteur et commercial. Il est la route obligée du transit du Pacifique. Il y a là un climat, des contrées, un sol et une mer d'une fécondité impérissable pour la navigation transatlantique.

CHAPITRE XX

COMPAGNIE CUNARD

BRITISH AND NORTH AMÉRICAN ROYAL MAIL STEAM PACKET COMPANY.

Sommaire :

Service postal. Distances à franchir. Matériel naval; progrès de la vitesse. Transformation successive du matériel en bois et à roues. Préférence exclusive pour les navires à roues jusqu'en 1863. Supériorité récente de l'hélice. Revenu du service postal. Subventions successives avec accroissement de vitesse. Durée du traité. Concurrence présumable à l'expiration du traité. État officiel du matériel naval de la Compagnie.

Le service postal concédé à cette Compagnie comprend vingt-six voyages annuels de Liverpool à New-York et retour, et vingt-six voyages de Liverpool à Boston.

La distance de Liverpool à New-York, est de 3 059 milles.
Celle de Liverpool à Boston est de. . . . . 2 861 »
L'ensemble du parcours annuel est, pour
52 voyages, de. . . . . 307 840 milles.

M. Cunard compte entre
Liverpool et New-York. 3 087 milles
— et Boston. . 2 910 »

Total. . . . . 5 997 × 2 = 11 994 milles.

Et, pour 26 voyages sur chaque port, un parcours annuel de :		311 844 m.
d'Halifax à Saint-Thomas.	1610×2=3220×13=	41 800
Annexes d'Halifax à Saint-John....	500×2=1000×22=	22 000
New-York à Nassau.....	965×2=1980×18=	25 090
Parcours annuel, total.....		400 794 m.

La subvention pour les voyages transatlantiques et pour les annexes, Nassau, Bermudes, Saint-Thomas et Terre-Neuve, est de 4,820,000 fr., soit, en moyenne par mille, 12 fr.; le contrat stipule 14 fr. 33 c. par mille.

Le premier âge de la navigation transatlantique de 1838 à 1854, en ce qui concerne la Compagnie Cunard, est remarquablement exposé dans le livre de M. Bourgois (1).

En 1840, Cunard commença son service postal sur Halifax avec trois navires à roues en bois de 400 chevaux et de 1172 tonneaux de jauge, à une vitesse moyenne de 8n8. Deux ans après, deux autres navires entrent en service, il ont 500 chevaux de force et 1420 tonneaux de jauge; leur vitesse moyenne est de 9n8. En 1848, et pour le service de New-York, il ajoute à son matériel 4 navires de 650 chevaux et de 1,820 tonneaux, dont la vitesse moyenne est de 10n3. L'année suivante, 2 nouveaux navires de 800 chevaux et de 2,227 tonneaux sont mis en ligne; leur vitesse moyenne est de 10n75. C'est sous l'influence des premières subventions, que la Compagnie Cunard a construit, de 1840 à 1850, ces premiers navires d'un type plus grand que le *Sirius* et le *Great Western*, hardis pionniers de la ligne de Liverpool à New-York.

Puis viennent, en 1853, sous l'influence de l'éventualité du renouvellement du privilége qui n'est légitimement dû qu'à la supériorité de vitesse, l'*Arabia* de 930 chevaux, d'un jaugeage

(1) *Navigation à vapeur de l'Angleterre* 1854.

de 2,400 tonneaux sensiblement égal à celui de l'*Asia* et dont la vitesse s'élève à 11"38. Cependant ce navire semble trop faible, puisque le *Persia* qui lui succède (1856) a une force motrice plus grande et un tonnage de 3,300 tonneaux sa vitesse atteint 11"78. Six ans après (1862) et toujours en vue des services à rendre en vitesse pour mériter la subvention que le Gouvernement n'octroiera qu'avec une certaine répugnance, le *Scotia* entre en service ; il a mille chevaux de force et 3,871 tonneaux de jauge. Sa vitesse moyenne est de 12nds32.

Ainsi l'approvisionnement de combustible qui, pour la traversée par navires de 400 chevaux, était de 600 tonnes, devient pour l'*Arabia*, de 1200 tonnes ; il est de 1,500 à 1,600 tonnes pour le *Scotia*.

Cependant le poids disponible pour la cargaison ne s'est élevé que de 340 tonnes à 400. Il est, dans le *Scotia*, de 600.

Mais la Compagnie Cunard a senti dès 1860, approcher le moment où le privilége du service postal lui sera disputé. Elle a déjà tenté dans cette même année, l'essai des navires à hélice, en achetant d'une Compagnie en liquidation, l'*Australasian* de 700 chevaux et de 2,750 tonneaux de jauge. La même année que le *Scotia* (1862) elle fait entrer en service le *China*, hélice de 550 chevaux et de 2,525 tonneaux de jauge. Comme l'*Australasian*, ce navire éprouve, en commençant, plusieurs accidents graves qui laissent la question en suspens ; elle ne se décide réellement qu'en 1864 ; la Compagnie Cunard n'a, cependant, pas douté du succès, car elle a commandé en 1863, le *Cuba*, de 560 chevaux et de 2,668 tonneaux de jauge, entré dans le service postal en 1864 et le *Java*, de même force et de mêmes dimensions, qui y entre en 1865. Cette année même et sans doute sous l'influence des commandes de grands

navires à hélice faites par la Compagnie transatlantique Française, elle fait construire un navire plus grand que le précédent et plus puissant, le *Russia*.

N'oublions pas de répéter ici que les puissances nominales des derniers appareils de la Compagnie Cunard sont, relativement à ceux des autres navires, très-inférieures à la vérité, ainsi que nous l'avons établi par la comparaison des surfaces de chauffe.

Jusqu'en 1860, la Compagnie Cunard n'avait employé pour ses opérations en dehors des services postaux, que des navires à hélice de 150 à 180 chevaux de force; mais, en 1860, on la voit entreprendre avec quatre navires mixtes semblables, de 250 chevaux et de 1790 tonneaux de jauge, le transport des émigrants et des marchandises sur l'Amérique du Nord et sur les États-Unis; en 1861, elle en ajoute trois du même modèle; et en 1863, un autre de 280 chevaux et de 2,061 tonneaux de jauge.

La séparation que cette Compagnie établit entre ses services postaux et ses services mixtes est ainsi nettement tranchée par la différence en dimensions et en puissance, du matériel naval.

Pour les services postaux:

Navires à roues des plus grandes dimensions, de 900 à 1,400 chevaux, qu'elle remplace peu à peu par des navires à hélice de dimensions un peu moindres, de 600 à 700 chevaux de force nominale, en réalité de 800 à 900 chevaux. Pour les transports mixtes d'émigrants et de marchandises, des navires à hélice de dimensions plus faibles d'un tiers environ, pourvus d'appareils de très-faible puissance comparative.

Les déclarations faites par Cunard devant un comité d'Enquête, en 1860, expliquent la marche des idées de ce célèbre armateur, qui a jusqu'à ce jour fondé les relations des deux mondes, sans un sinistre, dans plus de deux mille traversées de l'Atlantique.

Selon lui, « la vitesse et la sécurité des dépêches sont un intérêt de premier ordre. La perte de la malle serait aujourd'hui un préjudice incalculable, et cette éventualité devient à peu près certaine en cas de sinistre (incendie ou collision) pour un navire chargé d'émigrants, parce que ce navire ne peut être muni des embarcations nécessaires en cas de naufrage. Pour cette raison, le transport des émigrants et des lettres est incompatible. »

On ne peut méconnaître la gravité de cette opinion : des faits l'ont confirmée, en ce sens que, dans des événements semblables, la discipline a été méconnue et le désastre complété par cette cause, toutes les fois que le nombre des passagers était considérable et qu'ils appartenaient à une classe d'hommes auxquels la crainte d'une mort immédiate ôte toute possession d'eux-mêmes.

En résumé, la vitesse moyenne de marche des navires de la Compagnie Cunard s'est accrue dans les proportions suivantes :

Navires construits en	1840	8 nds	8
—	1842	9	8
—	1848	10	3
—	1849	10	75
—	1852	11	37
—	1862 et suivantes...	12	32

La Compagnie consacre à ce service 12 navires, dont 8 à roues et 4 à hélice.

Des 8 navires à roues, 6 sont en bois ; leur construction date de 1848 à 1849. Leur vitesse est de 10 nœuds à 10 75 ; ils font particulièrement le voyage de Boston.

Les deux autres navires à roues, *le Persia* et *le Scotia*, construits en fer, sont, après *le Great Eastern*, les deux plus grands et les deux plus rapides navires transatlantiques ; ils sont justement célèbres.

Des quatre navires à hélice, l'un date de 1857, l'autre de 1862, les deux derniers de 1865.

Le China, de 1862, accomplit des trajets quelquefois égaux en rapidité à ceux du *Persia* et du *Scotia*. On en attendait autant des deux navires à hélice postérieurement construits, mais ils ne se sont pas montrés aussi rapides que *le China*.

L'état suivant donne la composition de ce matériel naval pour les dimensions duquel nous renvoyons à la page 124. Le coût de la construction est recueilli à diverses sources.

MATÉRIEL NAVAL EMPLOYÉ AU SERVICE POSTAL EN 1865.

ANNÉE de la construction	NOM du NAVIRE	MOTEURS	TONNAGE	PUISSANCE en chevaux	COUT	COQUE
1848	*America*.....	Roues	1.826	600	2.270.000	Bois
»	*Europa*.....	d°	1.918	800	2.270.000	d°
»	*Canada*.....	d°	1.831	696	2.270.000	d°
»	*Niagara*.....	d°	1.835	680	2.270.000	d°
1849	*Asia*.....	d°	2.227	816	2.520.000	d°
»	*Africa*.....	d°	2.226	650	2.520.000	d°
1856	*Persia*.....	d°	3.300	900	3.600.000	Fer
1857	*Australasian*.	Hélice	2.761	700	2.760.000	d°
1862	*Scotia*.....	Roues	3.871	1.000	4.000.000 (1)	d°
»	*China*.....	Hélice	2.529	550	2.570.000	d°
1865	*Cuba*.....	d°	2.668	560	2.700.000	d°
»	*Jara*.....	d°	2.668	560	2.700.000	d°
	12 navires...	8 à roues 4 à hélice	29.660	8.514	32.450.000	
					tonnage moyen	puissance moyenne
	Navires à roues, 8		19.034	6.144	2.379	768
	» à hélice, 4		10.626	2.570	2.656	592

La substitution qui s'accomplit dans le matériel naval de cette Compagnie, des navires en fer aux navires en bois, et des navires à hélice aux navires à roues s'explique, à la fois, par l'accroissement continu du produit des postes et par le terme pro-

(1) D'après la déclaration de Cunard au comité d'enquête, ce navire lui aurait coûté 5.000,000 fr.

chain du contrat. Le Gouvernement a désormais intérêt à modifier le traité par lequel il est engagé.

La Compagnie Cunard a déclaré, en effet, dans l'enquête sur les contrats postaux, que l'exploitation des navires à roues ne couvrait pas ses frais, et cela ne fait pas l'objet d'un doute. Si cette exploitation se borne au transport des passagers de 1re et de 2e classe, et des marchandises de valeur, le nombre des passagers, réduit par la concurrence à 167, en moyenne, à l'aller, et à 83 au retour, et le frêt au prix de 100 fr. le tonneau, ne peuvent alimenter des trajets aussi nombreux et aussi réguliers.

Pour conserver le transport des lettres avec une subvention réduite, il faut à la fois les navires les plus rapides, les plus confortables pour les passagers et de la plus grande contenance pour le frêt : or, l'hélice a ces deux derniers avantages sur les roues.

Sous tous ces rapports, la Compagnie Cunard a, encore aujourd'hui, la supériorité; et si elle la garde, il est probable qu'en 1867 elle obtiendra le transport des lettres.

Nul doute que cette Compagnie ne soit prête à entrer en concurrence avec les fortes hélices d'Inman, dût-elle joindre au transport des dépêches celui des émigrants. Si le Gouvernement Anglais se montre indifférent à cet égard, le but aura été atteint par l'armateur, en ce sens que ses hélices pourront lutter alors avec les navires d'émigrants. Il les surpasse en vitesse; il conservera ses sources actuelles de trafic, et l'appoint payé pour le service postal couvrira le surcroît de dépense.

D'après un document officiel de l'Administration Anglaise, la perte subie par le Gouvernement sur le transport des lettres entre l'Angleterre et l'Amérique du Nord, était de 3,154,000 francs en 1854; mais en 1860, la perte était réduite à 1,970,775 francs ainsi que l'indique le compte suivant :

NOMBRE de lettres	IMPRIMÉS NOMBRE	SERVICE POSTAL	PRODUIT des lettres	PRODUIT des imprimés
			fr.	fr.
4.810.000		Entre l'Angleterre et les États-Unis.....	2.080.000	
	1.758.000	d° d°		199.000
243.800		Entre l'Angleterre et le Canada.....	152.000	
	471.800	dont 384.000 affranchis.		40.300
135.700		Entre l'Angleterre et le reste de l'Amérique du Nord jusqu'au.....	115.000	
	164.920			15.200
5.189.500	2.394.720		2.347.000	254.500
			2.601.500 fr.	
A déduire : 0 fr. 11.53 sur 5.189.500 lettres..... 60.000 fr.				
Le 1/2 produit des imprimés..... 127.275			187.275	
		Produit brut.....	2.414.225	
Coût du transport par mer entre Liverpool, Halifax, et Boston, et entre Liverpool et New-York.....			4.385.000	
		Perte en 1860.....	1.970.775	

Dès 1860, la Compagnie Inman avait proposé de se charger du service postal au tarif des lettres et imprimés.

L'Administration Postale, voulant se rendre au désir de l'Amirauté, qui insistait pour la prolongation de la subvention à la Compagnie Cunard, afin de conserver à l'Angleterre la supériorité de vitesse et de régularité que cette Compagnie avait acquise, offrait à cette Compagnie la moitié du produit des lettres avec une somme fixe de 2,775,000 fr. ou tout le produit avec une somme fixe de 1,260,000 fr.

Si l'augmentation qui s'est produite de 1854 à 1860 a continué dans la même progression, ce qui est présumable, huit années devaient suffire pour élever le produit postal au taux de la subvention, et ce résultat peut être obtenu en 1867.

Nulle entreprise de navigation n'a d'ailleurs été conduite avec autant d'habileté et de succès que celle-ci.

De la part du Gouvernement Anglais, on voit les effets d'une sollicitude vigilante pour les progrès de ce service.

En 1840, la subvention est de 66,000 livres sterling pour 12 voyages de Liverpool à Halifax. Le contrat est de 7 ans.

Dès l'année suivante, il est prolongé d'un an et porté à 80,000 livres sterling pour 20 voyages de Liverpool à New-York.

En 1846, la subvention est portée à 145,000 livres sterling pour 44 voyages par an, et le terme fixé au 1er janvier 1858. Mais en 1852, 6 ans avant l'expiration du contrat, le nombre des voyages est fixé à 52 : la subvention portée à 173,340 livres sterling; le terme fixé à 1862. Enfin en 1859, 3 ans avant la fin de l'engagement, le contrat est prolongé jusqu'au 1er janvier 1867.

Le contrat obligeait, dans l'origine, la Compagnie à construire les coques en bois et à les disposer pour porter au besoin de l'artillerie. Elle fut postérieurement exemptée de ces exigences.

Tels furent les actes du Gouvernement, ils ont assurément contribué à fonder le service le plus rapide entre tous et le premier dans la voie du progrès.

Pendant cette période de vingt-cinq ans, la Compagnie, de son côté, ne manqua pas un voyage; elle ne perdit ni *une lettre, ni un homme, ni un navire.* Ses navires ont aujourd'hui traversé 2,040 fois l'Océan sans un accident, sans qu'un trajet ait été interrompu ou inachevé.

Pour obtenir ce résultat, tout en portant la vitesse de 8n8 à 12n32, la Compagnie Cunard n'a pas reculé devant les sacrifices. Elle a commencé par vendre cinq de ses premiers navires dont la vitesse moyenne était de 8n8. Ils lui avaient coûté 7,327,850 fr.

Tout récemment elle a vendu *l'Arabia*, navire en bois presque

neuf, de 1,000 chevaux, qui lui avait coûté 3,600,000 fr. La marche, 11n37, et la consommation de charbon n'en permettaient plus l'emploi avantageux sur New-York.

Elle a gardé six de ses navires en bois, à roues, sur Boston où elle rencontre, il est vrai, une concurrence sérieuse, quant à la vitesse ; celle des navires à émigrants d'Inman ; mais la subvention l'y protége contre un trafic limité.

Elle a, depuis 1856, et surtout depuis 1862, complétement transformé son service sur New-York par la construction des navires le *Scotia* et le *Persia*, suivie de quatre navires à hélice qui sont, pour la rapidité de marche, en tête des navires de ce genre. Jusqu'à ce jour, elle a fait mieux que qui que ce soit; elle a donné un grand exemple, celui de l'accomplissement par une Compagnie, d'un service public dans des conditions très-supérieures à celles que le Gouvernement eût réalisées pour lui-même : car on sait combien l'initiative des corps savants attachés au service de l'Etat est empêchée dans ses entreprises par l'esprit timoré des grandes Administrations.

L'étude de la transformation du matériel consacré au service de New-York est d'un grand intérêt : depuis la vente du navire *l'Arabia*, deux seuls navires à roues, *le Scotia* et *le Persia*, ont une marché suffisante pour être employés aux trajets sur New-York. Sur 26 voyages ils en accomplissent 12, et principalement aux époques d'affluence des passagers. La durée du voyage complet varie de 34 à 35 jours dont 21 ou 22 jours de mer. Les intervalles des départs étant de 15 jours, il arrive quelquefois que chacun de ces navires quitte le port de Liverpool à intervalles de 45 jours, mais habituellement il leur est donné, même dans la belle saison, des intervalles de repos plus longs.

C'est dans un intérêt d'économie que leurs voyages ne sont pas plus fréquents. Ils pourraient accomplir 8 trajets par an, au

maximum, et facilement 7, c'est-à-dire 43,245 milles, au lieu de 37,068.

Mais depuis que la Compagnie Cunard a reconnu qu'elle pouvait maintenir sa supériorité de marche avec des navires à hélice, elle n'a pas hésité à faire de ceux-ci l'usage le plus fréquent. Elle satisfait ainsi au plus sérieux de ses devoirs, la rapidité et la régularité du service postal, et au plus sérieux de ses intérêts, celui du transport des passagers de 1re et de 2e classe qui ne trouveraient sur aucun des navires anglais, la même marche et le même comfort; or, puisque le navire à hélice lui permet de conserver ces deux conditions, en profitant d'une moindre consommation de combustible, l'hésitation ne semblerait pas justifiée.

Les documents officiels donnent, pour l'année 1863, un mouvement de passagers de 1re et 2e classe, dans 52 traversées; à l'aller par les navires *Cunard* de	5.712
51 traversées, au retour.	4.606
	10.318
En transport d'émigrants effectués par la même Cie, par 4 navires, *l'Olympus*, *l'Hécla*, *le Sidon* et *le Kédar*.	
En 16 traversées à l'aller.... 7630 / En 12 do au retour.. 692	8.322
	18.640

La Compagnie Cunard a, cependant, un point faible; c'est le service qu'elle accomplit sur Halifax avec ses navires en bois. Les navires à hélice d'Inman, d'une puissance moindre et de marche égale ou supérieure, plus propres au transport des passagers qui fréquentent ce port, et qui sont, en général, des émigrants, mieux faits aussi pour porter des marchandises, font à cette Compagnie une concurrence redoutable, même sur New-York, et pourraient plus tard lui disputer les transports postaux sur Halifax. Le nouveau matériel de la Compagnie Cunard est prêt pour cette éventualité qui va se présenter au 1er janvier 1867. Sans être

aujourd'hui, comme l'année dernière, en possession des navires à hélice les plus rapides, puisque la Compagnie transatlantique l'a dépassée sous ce rapport, la Compagnie Cunard est encore celle dont, en Angleterre, les navires l'emportent sur tous ses concurrents. La question se réduit à savoir si le prix du service postal qu'allouera le Gouvernement Anglais permettra l'emploi, sans perte, du *Scotia* et du *Persia*, qui sont les deux seuls bateaux à roues dont la vitesse soit propre au service postal sur New-York.

D'un autre côté, Cunard peut faire à Inman une concurrence redoutable pour le transport des émigrants : cet armateur a depuis longtemps associé à son service postal, un transport d'émigrants et de marchandises, dans de larges conditions. Dès 1858, en effet, il a affecté à ce service des navires à hélice de 250 chevaux dont il a successivement accru le tonnage de 1377 tonneaux à 2061 tonneaux, sans en accroître la puissance motrice. Les dimensions de cette importante partie du matériel naval sont indiquées page 124; elle se compose de huit navires doués d'excellentes qualités nautiques et d'un emploi avantageux, mais qui ne peuvent lutter de vitesse avec ceux de la Compagnie Inman, dont les hélices de 350 à 500 chevaux, atteignent 10 à 11m1/2, et portent les lettres des États-Unis.

La plupart des dimensions du *Scotia* et du *Persia*, ainsi que du *China*, ont été données dans le cours de ces études. Nous les compléterons.

Les aménagements de ces navires dont nous donnons les dessins pl. 22 et 23, consistent dans un entrepont occupé par quatre rangs de cabines.

Les cabines ont généralement 1m90 de long sur 1m80 de large; elles contiennent deux couchettes placées l'une au-dessus de

l'autre, et perpendiculairement entre elles. Cette disposition est bonne et laisse beaucoup de place pour les bagages. La couchette supérieure est à charnières, et peut se relever à volonté en se maintenant le long de la cloison au moyen d'un crochet.

Les salles de repas et de réunion sont placées sur le pont supérieur, et sous un roof dont la largeur est de 6m10 et la hauteur de 2m44. Le salon, de l'avant a 13m72 de long, et celui de l'arrière 18m71. Les tables peuvent recevoir 300 voyageurs. Le long de ce roof sont deux cursives servant de promenoir aux passagers et de chemin de manœuvre à l'équipage. Ces cursives sont protégées du côté de la mer par des pavois dont la hauteur varie de 2m à 2m25. Le dessus du roof peut également servir de promenoir dans les beaux temps.

Ce mode d'aménagement est spécialement adopté par la Compagnie Cunard. Les autres Compagnies semblent préférer le spardeck.

La préférence accordée par les passagers aux divers navires Cunard est indiquée dans le document officiel suivant. Il se rapporte à l'année 1863.

NAVIRES	ALLER		RETOUR	
	Nombre de trajets	Nombre moyen de passagers	Nombre de trajets	Nombre moyen de passagers
Scotia, fer, roues.	5	194	5	146
Persia, fer, roues.	7	133	6	144
Arabia, bois, roues. . . .	6	87	5	69
China, fer, hélice..	6	91	7	75

Le *Scotia* est divisé par des cloisons étanches en sept compartiments.

Il est légèrement gréé ; son constructeur a volontairement négligé l'emploi de la voile.

Les machines du *Persia* et du *Scotia* sont munies de régulateurs du système *Silver* et *Hamilton*. Cet appareil est indispensable dans les gros temps, et en cas de rupture des arbres des roues, etc. Il a, dit-on, réussi jusqu'à présent à empêcher la rupture de ces arbres, fatigués au plus haut degré quand les machines s'emportent. Si les fréquents accidents arrivés aux arbres intermédiaires des navires à roues peuvent être prévenus par ce moyen, il ne peut être trop recommandé.

La vitesse du *Scotia* aux essais a été de 15"31.

Voici les principales données relatives à ces deux navires :

	PERSIA	SCOTIA
Date du lancement	3 juillet 1855	25 juin 1861
De l'achèvement	9 janvier 1856	5 mars 1862
Tonnage OBM (1) $= \frac{LB \times {}^1/_2 B}{94}$ ..... tx.	3586 79	4050 28
New builder measurement..... tx.	3300 44	3871 31
Register, Tonnage net..... tx.	2079 21	2358 23
Longueur extrême..... mèt.	118 565	121 308
Longueur de la quille et élancement de l'étrave.	109 720	111 555
Longueur de chambre des machines.....	35 204	36 804
Largeur hors tambours.....	21 793	23 164
d° hors tôles.....	13 716	14 566
d° hors membres.....	13 64	14 508
Creux du dessous de la quille au plancher.....	10 134	10 414
d° dessus de la quille d°	9 804	10 058
d° dessus des varangues d°	9 042	9 296
Hauteur des varangues.....	0 762	0 262
Creux de la ligne droite des baux au-dessus de la quille..... ..	9 601	9 753
Diamètre des roues hors pales.....	11 735	12 192

(1) Old builder measurement. L longueur. B largeur.

SUITE

	PERSIA	SCOTIA
Longueur des pales	3 251	3 505
Largeur	0 609	0 609
Nombre	28	28
Diamètre des cylindres. mèt.	2 5526	2 546
Course	3 0479	3 657
Volume de charbon tx.	1400	1700
Marchandises	1280	1450
Déplacement à 6 m705 de tirant d'eau. mèt. cub.	5486	6624
Lits de passagers	252	288
Équipage	54	55
Personnel de la machine	61	61
Garçons	33	36

Nous terminons par le tableau du matériel naval de la Compagnie Cunard, indiquant son âge et ses dimensions principales.

(*Voir le tableau page* 124.)

Le second tableau donne en détail la vitesse obtenue depuis quatre années par les quatre navires postaux les plus rapides du matériel naval de cette Compagnie.

(*Voir le tableau page* 125.)

NOMS des NAVIRES.	DATE de la Construction	DIMENSIONS. Longueur.	Largeur.	Creux.	TONNAGE non compris l'espace de la machine.	TONNAGE brut.	Puissance en chevaux.	MOTEURS
Navires du service postal transatlantique.								
Asia	1850	265.2	37.2	27.2	1214	2227	816	bois roues
Africa	»	265.6	37.2	27.2	1216	2226	650	d°
America	1847	249.»	35.1	25.3	984	1826	600	d°
Niagara	»	249.1	35.1	25.2	1008	1835	680	d°
Canada	1848	249.»	35.1	25.7	1102	1831	698	d°
Persia	1856	376.»	45.3	30.»	2079	3300	900	fer roues
Europa	1848	286.3	38.1	17.»	1208	1918	800	bois roues
Australasian	1857	331.7	42.1	20.9	1513	2761	700	fer hélice
China	1862	326.2	40.4 1/2	19.3	1540	2529	550	d°
Scotia	»	379.»	47.8	30.5	2358	3871	1000	fer roues
Cuba	1864	338.2	42.4	19.4 1/2	1535	2668	560	fer hélice
Java	1865	338.2	42.4	19.4	1535	2668	560	d°
		Douze navires			17292	29660	8514	
Navires faisant le transport transatlantique des émigrants et des marchandises.								
Palestine	1858	255.2	34.2	24.3	936	1377	260	fer hélice
Olympus	1860	276.8	36.»	26.»	1220	1794	250	d°
Marathon	»	274.»	36.»	25.»	1213	1784	250	d°
Hécla	»	274.1	36.2 1/2	25.8 1/2	1214	1785	250	d°
Atlas	»	276 2 1/2	36.2 1/2	26.0 1/2	1220	1794	250	d°
Sidon	1861	275.8	36.2 1/2	25.8	1267	1782	250	d°
Kedar	1860	275.8	36.2 1/2	25.7 1/2	1212	1783	250	d°
Tripoli	1863	292.3	38.2	26.5	1458	2061	280	d°
Malta, Tarifa, Aleppo, navires neufs.		Huit navires			9740	14160	2040	
Navires affectés au transport des marchandises et au service postal côtier.								
Satellite	1848	106.5	18.8	9.7	82	157	80	bois roues
Balbec	1853	206.5	29.4	17.»	615	838	150	fer hélice
British Queen	1849	181.7	28.»	17.8	566	763	180	d°
Jackal	1853	125.4	19.5	9.8	111	180	80	fer roues
Lynx	1854	213.5	23.6	13.3	314	499	240	d°
Ostrich	1860	240.2	27.1	14.4	424	624	150	fer hélice
Sromboli	1856	198.8	28.8	17.6	619	734	100	d°
Wolf	1863	224.2	32.2	24.»	681	1134	200	d°
Corsica	.	144.8	20.6	9.7	175	218	50	d°
Penguin	1864	220.5	28.5	14.4 1/2	519	680	180	d°
Rae	.	236.6	25.2	13.5	372	559	240	fer roues
Beagle	.	185.8	26.2 1/2	13.5	335	454	80	fer hélice
		Douze navires			4815	6840	1730	
		Total, trente-deux navires			31743	50660	12284	

TABLEAU DES TRAVERSÉES EFFECTUÉES PAR LES NAVIRES CUNARD le *Persia* et le *Scotia*, à roues, l'*Australasian* et le *China*, à hélice, pendant les années 1862, 1863, 1864, 1865.

NOMBRE de TRAVERSÉES		PERSIA		SCOTIA		AUSTRALASIAN		CHINA	
		Années	Vitesse	Années	Vitesse	Années	Vitesse	Années	Vitesse
1re	Aller	1862	12 n. 47	1862	10 n. 95	1862	10 n. 71	1862	10 n. 91
2e		do	10 24	do	12 32	do	11 08	do	11 38
3e		do	10 62	do	12 32	do	10 71	do	9 49
4e		do	11 03	do	12 32	do	9 15	do	»
5e		do	9 92	do	8 35	do	»	do	»
6e		do	9 55	do	9 39	do	»	do	»
1re	Retour	do	13 »	do	12 38	do	12 25	do	9 88
2e		do	13 30	do	14 46	do	14 46	do	10 93
3e		do	13 69	do	»	do	13 37	do	12 54
4e		do	12 32	do	13 43	do	12 06	do	»
5e		do	12 32	do	13 49	do	»	do	»
6e		do	9 93	do	11 56	do	»	do	»
1re	Aller	1863	10 95	1863	12 27	1863	»	1863	9 92
2e		do	11 16	do	14 46	do	»	do	9 43
3e		do	13 »	do	13 27	do	»	do	11 94
4e		do	11 08	do	11 94	do	»	do	10 »
5e		do	11 72	do	9 82	do	»	do	11 08
6e		do	10 17	do	»	do	»	do	»
7e		do	11 08	do	»	do	»	do	»
1re	Retour	do	12 22	do	12 72	do	»	do	8 35
2e		do	10 32	do	12 27	do	»	do	13 12
3e		do	12 71	do	12 27	do	»	do	13 69
4e		do	12 88	do	8 50	do	»	do	13 18
5e		do	11 43	do	»	do	»	do	10 43
6e		do	9 30	do	»	do	»	do	»
1re	Aller	1864	13 12	1864	11 03	1864	10 47	1864	10 79
2e		do	11 91	do	13 37	do	10 99	do	11 18
3e		do	11 56	do	11 76	do	11 18	do	12 71
4e		do	12 27	do	13 12	do	11 91	do	11 94
5e		do	12 27	do	13 18	do	12 71	do	11 08
6e		do	»	do	13 37	do	10 94	do	»
1re	Retour	do	13 12	do	12 72	do	12 60	do	10 17
2e		do	12 47	do	13 37	do	12 54	do	10 79
3e		do	12 27	do	11 16	do	11 56	do	12 72
4e		do	12 71	do	12 82	do	13 49	do	12 27
5e		do	12 41	do	13 52	do	12 11	do	12 14
6e		do	11 52	do	13 43	do	14 94	do	»
1re	Aller	1865	11 94	1865	12 06	1865	10 62	1865	11 72
2e		do	11 56	do	13 37	do	10 62	do	9 03
3e		do	12 22	do	11 72	do	11 18	do	»
4e		do	11 70	do	13 18	do	9 98	do	»
5e		do	11 48	do	11 08	do	»	do	»
6e		do	12 54	do	11 94	do	»	do	»
7e		do	»	do	11 43	do	»	do	»
1re	Retour	do	12 27	do	13 43	do	11 72	do	12 38
2e		do	12 41	do	12 32	do	13 18	do	13 52
3e		do	12 32	do	13 49	do	12 38	do	12 06
4e		do	12 90	do	12 54	do	12 06	do	»
5e		do	10 43	do	12 »	do	»	do	»
6e		do	10 82	do	11 83	do	»	do	»
Nombre de traversées et vitesse moyenne		48	11 78	47	12 32	31	11 53	32	11 52

CHAPITRE XXI

COMPAGNIE PÉNINSULAIRE ET ORIENTALE

Sommaire :

Services postaux dans l'Inde. Vitesse de marche. Matériel naval. Emploi exclusif des navires à hélice, à coque en fer, dans les mers des Indes. Motifs de la préférence donnée à l'hélice sur les roues. Améliorations réalisées par la Compagnie. Le *Mooltan*. Recettes, dépenses, revenu. Récentes discussions sur les perfectionnements introduits dans le matériel naval.

On peut expliquer le succès de la Compagnie Cunard par l'abondance du trafic entre New-York et Liverpool, par la richesse de l'Angleterre en ressources mécaniques, par la puissance de ses chantiers de construction, par l'importance de la subvention et par l'énergique persévérance qui est le caractère du génie anglais.

La Compagnie du Royal Mail, dont les commencements ont été si difficiles, n'a dû les bonnes années qui ont enfin récompensé ses efforts, qu'à la transformation de son matériel. Cette Compagnie avait, en construisant *l'Atrato*, trois ans avant *le Persia* (Cunard), donné l'exemple le plus fécond. C'est sur ses traces qu'on a dû marcher jusqu'au jour où l'hélice a remplacé les roues avec avantage.

La Compagnie Cunard, traversant une mer souvent très-dure, de 3,059 milles de largeur, à la vitesse de 12 nds 30 à l'heure, a résolu, sans aucun doute, un problème plus difficile que la

Compagnie du Royal Mail franchissant 3,622 milles à la vitesse de 10 nds 5; mais l'absence de ressources d'entretien à Saint-Thomas a bien souvent compliqué le service.

La Compagnie Péninsulaire et Orientale avait à vaincre des difficultés bien autrement graves. Tout manquait dans l'Inde; Calcutta et Bombay n'offraient que de très-faibles ressources d'entretien; Pointe de Galle, King's George Sound et les ports Australiens, à l'exception de Sydney, en sont encore dépourvus, et, dans tous les cas, les travaux qui peuvent être exécutés dans ces contrées sont d'un prix tellement élevé, que la Compagnie trouve encore plus d'avantage à ramener ses navires en Europe pour leur faire subir les grandes réparations dont, à de certains intervalles, les machines et les navires fatigués ont besoin.

Le charbon est, dans les mers indiennes, d'un prix très-élevé; il a atteint quelquefois, à Aden, 75 fr. la tonne.

Les services de la Compagnie Péninsulaire et Orientale dans les Indes composent une vaste organisation qui s'étend de Suez jusqu'à Sang-Hay (7,718 milles), et jusqu'à Sydney (8,700 milles)

Elle comprend les services suivants :

24 VOYAGES DE SUEZ A CALCUTTA.

	Distance.	heures allouées.	Vitesse en nœuds.
Suez	»	»	»
Aden	1310	138	»
Pointe de Galle	2121	225	»
Madras	540	57	»
Calcutta	780	81	»
	4 751	501	9 ▪ 5

24 VOYAGES DE SUEZ A BOMBAY.

Suez	»	»	»
Aden	1310	138	»
Bombay	1650	168	»
	2960	306	9 ▪ 7

12 VOYAGES DE SUEZ A L'ILE MAURICE.

	Distance.	heures. allouées.	Vitesse. en nœuds.
Suez	»		
Aden	1310	480	7 ▪ 60
Les Sechelles	1396		
Ile Maurice	940		
	3646		

24 VOYAGES DE BOMBAY A SHANG-HAY.

Bombay	»	»	»
Pointe de Galle	960	144	»
Penang	1170	128	»
Singapore	388	40	»
Hong-Kong	1440	151	9 ▪ 55
Shang-hay	800	88	»
	4758	551	8 ▪ 65

12 VOYAGES DE LA POINTE DE GALLE A SYDNEY.

Pointe de Galle	»	»	»
Kings George Sound	3305	aller	
Melbourne	1374	516 (1)	10 ▪ 20
Sydney	590	retour 564	9 ▪ 31

Arrêts de service non compris.

L'ordre des plus grandes distances à parcourir sans prendre de combustible est le suivant :

		Vitesse.
De la Pointe de Galle à King's George Sound,	3,304▪	10▪ 20 / 9 34
D'Aden à la Pointe de Galle.	2,121	9 5
D'Aden à Bombay.	1,650	9 82
De Singapore à Hong-Kong.	1,440	9 55
D'Aden aux Séchelles.	1,396	7 6

(1) La pénalité pour 24 heures de retard non justifié est de 200 l. s. et la prime pour 24 heures d'avance est de 50 l.s.

		Vitesse.
De King's George à Melbourne.	1,375	9n.5
De Suez à Aden.	1,310	9 5
De la Pointe de Galle à Penang.	1,170	9 15

Les autres distances à franchir sans arrêt sont plus faibles.

La vitesse de 9 nds 5 peut être très-facilement atteinte par des navires à hélice d'un tonnage de 2,000 à 2,400 tonneaux de jauge et de 500 chevaux de force nominale consommant 2,000 à 2,100 kilogr. de combustible par heure : ce qui correspond, pour la plus grande distance, de Pointe de Galle à King's George Sound, (3,304 milles) à 700 tonnes de consommation et à la prise à bord de 950 tonnes de houille.

La Compagnie Péninsulaire et Orientale possède un grand nombre de navires dont les dimensions et la puissance permettent une marche plus rapide, et il est affirmé par ses Directeurs, dans l'Enquête Parlementaire de 1860, que la plus grande partie de son service est souvent effectuée à la vitesse de 10 nœuds à l'heure; les états officiels indiquent 9n et 9n5 en 1864.

Il est vrai que l'assertion de la Compagnie avait été fort contestée par les représentants de la colonie Australienne.

Le parcours annuel des navires de la Compagnie dans les mers de l'Inde est de 734,950 milles marins; il était, en 1860, de 866,392 milles, et de 814,404 milles en 1864.

Les navires sont distribués suivant l'importance du trafic et la régularité obligée du trajet.

Sept des plus puissants, dont la force varie entre 450 et 630 chevaux, et le tonnage entre 1,982 et 2,440 tonneaux, sont employés entre Suez et Calcutta; quatorze navires de 300 à 500 chevaux et de 1,182 à 1,874 tonneaux de jauge, desservent les trajets de Suez à Bombay, Ceylan et Shang Hay. Le service Australien, de Pointe de Galle à Sydney, est confié à quatre navires de 275 à 400 chevaux de force et de 1,186 à 1,574 ton-

neaux de jauge ; la colonie faisait entendre, en 1860, les plaintes les plus vives sur la lenteur de ce dernier service.

« La Compagnie trouvait intérêt à charger au retour, en Australie, 1,600 tonnes de combustible, lorsque moins de 1,000 auraient suffi pour gagner la Pointe de Galle. Le pont du navire était encombré de charbon et l'immersion si forte, que non-seulement la vitesse du navire était réduite à 6 ou 7 milles, mais la sécurité était compromise quand le navire rencontrait de gros temps dans ces conditions. » En 1864, la vitesse a été de 10 nœuds.

Le littoral Chinois et le Japon sont desservis par des navires de 140 à 220 chevaux, et de 561 à 1,190 tonneaux de jauge.

La subvention payée par le gouvernement anglais à la Compagnie Péninsulaire et Orientale a subi des réductions successives à partir de 1840, époque où fut créé un service mensuel entre Suez et Calcutta. Elle fut alors de 26 fr. par mille marin. Peu après, un service d'embranchement sur la Chine (de Bombay à Hong Kong) fut subventionné au taux de 15 fr. 70 c. Mais en 1859, l'extension considérable du trafic amena la Compagnie à ouvrir de nouvelles lignes sans subvention et à consentir des réductions successives qui ont abaissé la moyenne, sur les mers Européennes et Indiennes, à 5 fr. 67 par mille marin.

Pour les communications avec l'Australie, la subvention est de 21 fr. 70 par mille marin pour 12 ou 13 voyages annuels ; elle se réduit à 17 fr. pour 24 ou 26 voyages ; la Compagnie n'est tenue qu'à 12 voyages.

L'ensemble de la subvention pour les services sur l'océan, la Méditerranée et la mer des Indes, pour un parcours de 1,373,872 milles, était, en 1860, de 11,079,500 fr. ; en 1864, 10,225,000 fr., réduits depuis à 9,850,000 fr.

Le tableau suivant donne la composition du matériel naval de la Compagnie en janvier 1865.

MATÉRIEL NAVAL DE LA PENINSULAR AND ORIENTAL COMPANY

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS Longueur	Largeur	Creux	TONNAGE non compris l'espace de la machine	brut	PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
Navires de l'Océan et de la Méditerranée.								
Euxine ...	1847	222.7	29.4	18.5	729	1.165	400	fer roues
Valetta ...	1853	225.»	27.6	17.»	570	833	400	bois roues
Sultan....	1847	231.»	32.»	17.8	800	1.125	200	fer hélice
Pera.....	1855	303.5	42.1	27.1	1.261	2.014	450	d°
Ceylon....	1858	306.1	40.9	17.8	1.374	2.021	450	d°
Ellora. ...	1855	261.2	36.2	25.8	1.093	1.607	350	d°
Vectis	1853	229.5	30.4	16.9	473	751	260	bois roues
Delta	1859	324.3	35.3	22.1	1.020	1.618	400	fer roues
Massilia...	1860	309.9	36.1	22.3	1.033	1.640	400	d°
Mooltan...	1860	348.8	39.1	28.7	1.627	2.257	400	fer hélice
Ripon.....	1846	276.8	35.1	21.1	1.393	1.908	450	fer roues
Navires des Indes.								
Hindostan.	1842	217.6	35.8	30.1	972	2.017	520	bois roues
Precursor .	1841	229.6	33.5	24.4	1.133	1.817	460	fer roues
Pékin.....	1847	214.7	29.7	18.6	759	1.182	400	d°
Pottinger..	1846	220.3	34.5	20.9	890	1.350	450	d°
Singapore.	1850	235.3	29.4	18.4	742	1.190	470	d°
Ganges....	»	235.3	29.4	18.4	742	1.190	470	d°
Madras..	1852	232.9	31.6	21.2	606	1.185	274	bois roues
Bombay...	»	234.»	31.4	21.2	608	1.186	274	fer hélice
Formosa..	»	203.6	25.3	16.7	451	677	154	d°
Bengal....	1853	295.9	38.2	25.4	1.176	2.185	464	d°
Cadiz.....	1853	226.4	28.4	18.6	481	816	220	fer hélice
Norna....	»	242.4	28.4	18.7	613	970	230	d°
Simla.....	»	330.4	37.9	27.»	1.178	2.441	640	d°
Nubia	»	289.3	38.»	27.4	1.033	2.090	450	d°
Aden.....	1856	225.6	29.5	18.6	507	812	210	d°
Azof.....	1855	214.1	27.6	18.6	476	700	180	d°
Candia ...	1854	»	»	»	1.348	1.982	450	d°
Granada..	1857	186.3	26.8	16.7	381	561	160	d°
Nemesis...	1857	301.»	41.3	19.5	1.143	2.018	600	d°
Benares...	1858	293.7	38.5	15.4	966	1.491	400	d°
Salsette ...	1858	293.8	38.5	15.4	965	1.491	400	d°
Northam..	1858	274.»	34.7	14.9	905	1.330	400	d°
Mazagon..	1858	97.»	17.1	7.5	54	86	45	fer roues
Malta.....	1848	285.8	39.»	20.8	940	1.943	500	fer hélice
Behar.....	1855	265.»	36.1	25.5	1.090	1.603	300	d°
Orissa	1856	264.6	35.9	26.6	1.120	1.647	300	d°
Nepaul....	1858	244.»	29.7	18.»	541	796	200	d°
Jeddo.....	1859	277.3	35.8	16.2	1.110	1.632	450	d°
Emen.....	1854	266.3	36.6	19.3	908	1.538	300	d°
China.....	1855	279.»	36.4	22.9	1.367	2.010	400	d°

MATÉRIEL NAVAL DE LA PENINSULAR AND ORIENTAL COMPANY

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS Longueur	Largeur	Creux	TONNAGE non compris l'espace de la machine	brut	PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
Navires des Indes (suite).								
Poonah ...	1862	334.9	40.9	19.5	1.478	2.152	500	hélice
Carnatic..	1862	294.7	38.1	17.6	1.254	1.776	400	d°
Rangoon..	1863	294.9	38.1	17.6	1.253	1.776	400	d°
Kelpie	1860	70.6	10.2	6.»	7	24	9	d°
Syria.....	1863	312.5	36.»	18.5	1.420	1.932	450	roues
Golconda..	»	314.5	38.3	18.7	1.253	1.909	400	hélice
Ottawa ...	»	238.8	29.2	23.8	815	1.275	200	d°
Baroda ...	1864	309.3	38.1	18.5	1.232	1.874	400	d°
Delhi.....	1864	313.3	38.»	18.5	1.332	1.899	400	d°
Coria.....	1864	226.8	27.»	15.4	411	610	210	d°
Nyanza...	1864	327.3	36.2	19.5	1.481	2.080	450	roues
Mongolia..	1865	336.»	40.»	32.»	1.946	2.798	500	hélice
Tanjore...	1865	»	»	»	1.950	2.800	500	d°
Avoca	1866	»	»	»	»	1.284	250	d°
Malacca..	1866	»	»	»	»	1.700	300	d°
Sunda....	1866	»	»	»	»	1.700	300	d°
Colombian.	1855	307.4	38.4	25.7	1.436	2.112	520	d°
TOTAL 58 navires, jaugeant.....(1)						88.566	21.120	

Depuis l'origine de la Compagnie (1840), 26 navires ont disparu de la liste par diverses causes (2). La plupart étaient cons-

(1) Voici la répartition du matériel naval, fin 1865 :

Océan Méditerranée.....	10 navires.	19.280 tonneaux.	4.400 chevaux.
Indes, Maurice, Chine, Japon.	29	42.664	10.240
Pointe de Galle, Sydney.....	4	5.275	1.250
En réparation.....	4	6.291	1.500
En construction.....	2	4.166	750
Acquis récemment.....	4	6.796	1.370
Total.	53	84.472	19.510

(2) *Oriental, Haddington, Bintinck, Erin, Lady Mary Wood, Achilles, Malta, Braganza, Canton, India, Allanbo, Columbo, Malabar, Alma, Sir Jamsetjee Jegelboy;* Cette année même : *Corea, Mazagon, Hindostan; Valetta* et *Vectis*, vendus; puis : *Indus, Précursor, Zenobia, Fort-William, Pottinguer.* Ces cinq derniers servent de transports.

truits en bois suivant les prescriptions de l'Amirauté qui exigeait aussi qu'ils pussent porter de l'artillerie. Ils ont été très-promptement détruits dans les mers de l'Inde par le white-ant et la pourriture sèche.

Ces navires avaient coûté 25,000,000 fr.

Aujourd'hui, sur 53 navires représentants 19,510 chevaux de force et 84,472 tonneaux de jauge, il y en a 9 à roues dont 4 en bois.

Les autres (44) sont à hélice et en fer.

Le fer et l'hélice ont été employés par la Compagnie dès les premières années de son exploitation.

Le fer seul assure la durée des coques dans ces climats.

L'hélice, favorisée par la profondeur des ports d'accès, s'offrait ici avec tous ses avantages.

Faculté d'imprimer une vitesse modérée à des coques d'un tonnage relativement considérable, avec des machines de faible puissance, légères et peu encombrantes.

Emploi simultané de la voile dans des mers ou règnent, à certaines époques, des vents réguliers.

Faculté de tirer du frêt des marchandises un grand parti par suite de la faible place exigée par le moteur mécanique.

On voit que, sous tous les rapports, l'intérêt de l'économie d'exploitation imposait à la Compagnie la préférence en faveur de l'hélice.

Quant à l'intérêt de la vitesse, il ne semble pas aussi urgent pour la Compagnie.

La puissance motrice est, à peu près, limitée à 500 chevaux; le tonnage varie de 1,800 et 2,250 tonneaux. Ce type de navire se retrouve maintenant partout où le transport des voyageurs doit être fait simultanément avec celui des marchandises. Propre au transport des passagers et des militaires, offrant beaucoup de ca-

pacité dans ses cales, n'ayant à prendre, en approvisionnement de combustible, que 55 à 60 tonneaux par vingt-quatre heures de trajet, pour une consommation réelle de 45 à 50 tonnes, ce type répond à toutes les convenances commerciales pour les vitesses moyennes de 9 n. 5 à 10 nœuds.

La consommation du combustible est, à cause de son prix dans les mers de l'Inde, l'objet d'une étude continue. Elle a une importance de 20,000,000 de francs par an dans les dépenses de la Compagnie. Celle-ci a donc recherché les moyens de la diminuer. La substitution de la chaudière a parois planes de Lamb à la chaudière tubulaire; les doubles cylindres superposés de la machine du *Mooltan;* les condenseurs à surface, essai dont le résultat est trop laissé dans l'ombre par la Compagnie; les enveloppes des cylindres et l'emploi très-général des arbres en acier, forment une série d'utiles tentatives dont la plupart ont donné les meilleurs résultats.

Les essais du *Mooltan* ont vivement excité l'attention par leur caractère de nouveauté et par leur valeur théorique; peut-être s'est-on trop hâté de les critiquer. En substituant des surfaces de chauffe planes et verticales aux surfaces tubulaires, la pensée de l'ingénieur est d'éviter l'encombrement des parois par les incrustations en favorisant leur chute, et de mieux utiliser ainsi la surface en contact avec la flamme ou avec les gaz produits par la combustion. Il espérait aussi prolonger les courants de flamme qui s'éteignent à l'entrée des tubes et brûler ainsi les gaz combustibles plus complétement. Enfin il compte sur une durée plus grande des chaudières comme résultat d'une construction plus homogène et d'assemblages moins sensibles que ceux des tubes dans les plaques tubulaires.

Par les doubles cylindres superposés, il régularise l'emploi de la détente et il évite les inégalités d'effort qui résultent de la

disproportion entre le travail à pleine pression et le travail en détente à fin de course. Cela se généralise ; le travail à détente fixe devient normal, il se prête à tous les états de la mer ; il n'ôte plus à la machine sa facilité de manœuvre. C'est une disposition rationnelle et qui deviendra une règle.

En enveloppant les cylindres dans un spacieux bain de vapeur, M. Lamb a voulu améliorer la détente en diminuant la condensation sur leurs parois et le refroidissement intérieur résultant de la communication avec le condenseur.

En faisant travailler les petits cylindres à pleine introduction, il fait disparaître l'inconvénient de supprimer la détente dans les allures lentes et dans les gros temps.

Enfin, en ajoutant à la chaudière un surchauffeur et à la détente fixe un condenseur à surface, M. Lamb espère obtenir de tous les organes de production et d'emploi de la vapeur une efficacité qui ne peut être que bien difficilement atteinte dans les machines privées de ces organes.

Pour peu qu'on suive, en effet, la marche des machines marines, on aperçoit une série de perturbations continuelles dans l'emploi de la vapeur qui résultent des grandes variations dans la conduite des foyers. Tantôt la production est paresseuse et la pression dans les chaudières subit, à chaque introduction dans les cylindres, de fortes oscillations : tantôt la production est active, violente même, et la vapeur se précipite en entraînant une quantité d'eau considérable. La détente doit nécessairement subir les mêmes variations, mais elle ne les exprime que faiblement, car l'indicateur semble habituellement insensible à l'état moléculaire du mélange de vapeur et d'eau, ainsi qu'à la condensation qui s'opère sur les parois des cylindres. Il en est tout autrement du condenseur : sa sensibilité, trahie par les oscillations du mercure, est évidente, et quelque courtes que soient ces

oscillations, elles correspondent à une fraction très-apparente de la course du piston.

Quand le condenseur à surfaces n'aurait pas d'autres résultats que de laisser la surface de chauffe exempte d'incrustations, cela seul suffirait pour en conseiller l'emploi à la mer. Faire produire au charbon une plus grande quantité de vapeur, permettre aux chaudières de très-longs voyages sans altérations sont deux avantages précieux au plus haut degré.

L'ensemble des idées qui ont inspiré l'ingénieur de la Compagnie Orientale et Péninsulaire est donc digne de la plus sérieuse attention.

Quant à l'application de ces idées, nous avons le regret de manquer des détails qui pourraient nous guider dans nos appréciations.

Pour une puissance nominale de 400 chevaux, l'ingénieur a réduit la surface de chauffe a 445$^{m.q.}$85, soit 1$^{m.q.}$11 par force de cheval; le surchauffeur ajoute un tiers à cette surface, mais l'effet utile du surchauffeur, comme génération de vapeur, n'est pas connu, et on ne peut, en conséquence, considérer ces deux surfaces comme formant ensemble l'équivalent d'une surface de chauffe où l'eau est en contact avec la paroi métallique exposée au courant de flamme ou de chaleur. La pression est de 1^{k}40 par centimètre carré. Le rapport du volume du petit cylindre est à celui du grand comme un à cinq. Cela correspond à une détente supérieure à un cinquième d'introduction, à cause des pertes de température et de pression résultant du passage de la vapeur dans les tiroirs. La vapeur entre donc au condenseur et elle doit en sortir condensée à une très-basse température. Cela est en contradiction avec l'habitude anglaise, qui s'introduit dans la marine française, de condenser à 50 degrés au lieu de 37 à 38°.

Mais cette habitude elle-même n'a-t-elle pas pour origine l'emploi de cylindres sans enveloppes, constamment refroidis à l'extérieur par les courants d'air, et à l'intérieur par le condenseur, produisant une forte condensation sur leurs parois, et enlevant ainsi à la détente une grande partie de son efficacité. La machine du *Mooltan* fait 60 révolutions, de telle sorte que l'inertie des pièces en mouvement, répartie sur la quantité de travail développée par les manivelles, amène un travail d'autant plus régulier que les petits cylindres fonctionnent toujours à pleine introduction.

Le condenseur a 390m18 de surface réfrigérante, il est divisé en quatre parties. Il est tubulaire. On se sert d'huile pour lubrifier les cylindres, afin d'éviter l'encombrement, par la graisse, des surfaces du condenseur. Le vide s'y maintient à 0m69 de mercure.

Le Mooltan est un grand navire jaugeant 2,257 tonnes, qui, pour sa force nominale de 400 chevaux, devrait brûler 40,000 kilog. de charbon par 24 heures, et qui n'en a brûlé, au voyage d'essai, que 27,264, en moyenne ; cette faible consommation s'est maintenue, pendant un double trajet de 5,902 milles, entre Southampton et Alexandrie, à la vitesse de 10m65, c'est-à-dire pendant 554 heures, ou 23 jours. Cette économie s'est maintenue depuis dans le service régulier.

Il y a là un résultat d'une importance capitale dû, sans doute, à un ensemble d'améliorations qui s'appliquent à la combustion, à la génération de la vapeur, à la conservation de sa température, à l'emploi régulier et continu de la détente, à la régularité et à l'efficacité de la condensation. Cela sent l'étude, la méthode, la connaissance des machines et des nécessités de la mer. Enfin, rien d'aventuré n'accompagne cet essai.

Le Mooltan fait, depuis sa mise en service aux Indes, des traversées régulières, rapides et économiques.

Les navires de la Compagnie Péninsulaire et Orientale sont à spardeck ; leur pont supérieur est rasé et bordé de simples garde-corps à grillage. La Compagnie des Messageries Générales emploie exclusivement aussi des navires à spardeck, à hélice, dans les mers des Indes.

Sous le spardeck et sous le maindeck sont les deux étages aménagés en cabines, salon et salle à manger pour les voyageurs. On n'a pas de détails sur les procédés d'aération sans lesquels les chaleurs tropicales rendent le séjour dans l'étage inférieur de ces navires, insupportable.

En résumé, les services de l'Indo-Chine accomplis par la Compagnie Péninsulaire et Orientale à une vitesse faible, mais régulière, sur des distances qui ne nécessitent pas un fort approvisionnement de charbon, donnent, dans la navigation transocéanienne, l'exemple d'une Administration pleine d'ordre, de bon sens, et d'esprit d'économie ; la Compagnie s'est arrêtée à l'emploi du type de navire le plus avantageux pour la nature du service à en attendre. Au point de vue de l'art et des difficultés à vaincre, on peut la placer au rang de la Compagnie Cunard et de la Compagnie du Royal-Mail ; mais il est à désirer que le contrôle de la publicité vienne consacrer le succès des améliorations qu'elles a tentées sur *le Mooltan*.

Le capital de la Compagnie Orientale et Péninsulaire, qui était de 20,000 actions de 50 livres sterling complètement payées, a été doublé par l'émission de 20,000 autres actions de 50 livres sterling : l'ensemble a produit 2,220,000 livres sterling. A ce capital est venu s'ajouter sous forme d'obligations une dette de 642,500 livres sterling. La Compagnie est autorisée à compléter l'emprunt de 800,000 livres sterling.

En 1865, le passif se composait, en actions et en obligations, de 71,775,125 fr. et en dettes diverses de 20,147,359 fr.

L'actif se composait des éléments suivants :

Matériel naval	67.359.000 fr.
Établissements	5.430.012
Charbon et divers approvisionnements	9.334.142
Encaisse, créances	11.489.835
Valeur de l'actif	93.612.989
Passif	82.022.484
L'excédant de l'actif sur le passif était donc de	11.590.505

Le matériel naval ressort ici à 800 fr. par tonneau de jauge, et à 3,450 fr. par cheval nominal.

Le produit brut de l'exploitation atteignait 53,935,949 fr., la dépense 43,919,224 fr., y compris les comptes d'ordre.

Le bénéfice net était de 4,016,695 fr. C'est environ quatre dixièmes de la subvention. Il permettait de distribuer 7 pour 100 aux actionnaires.

La Compagnie assure son matériel par un prélèvement annuel sur ses recettes, de 5 pour 100 du coût primitif, qui a déjà donné lieu à de nombreuses répartitions de bénéfices, et qui constituait, en 1866, une réserve de 11,580,937 fr.

Le capital nominal versé étant de 55,550,000 francs, avait, en juillet 1866, par le cours des actions, une valeur de 59,650,000 fr.

La charte de la Compagnie Péninsulaire et Orientale a reçu récemment quelques modifications. L'Administration des Postes s'est désistée du droit de faire transporter les agents civils et militaires à prix réduits; elle a renoncé à son initiative quant au nombre et à la puissance des navires; à son contrôle sur les dessins de la coque, des machines et de l'installation, sur la

construction ; sur les objets d'armement, les approvisionnements et les équipages, et elle ne s'est plus réservé qu'un droit d'inspection dans les divers ports Anglais fréquentés par ces navires. En réalité, le Gouvernement ne semble avoir renoncé dans cette circonstance, qu'à une autorité qui engageait inutilement sa responsabilité. Les intérêts de sécurité et d'hygiène sont, en effet, complétement garantis par le contrôle du Board of Trade et du Lloyd. La vitesse réglementaire est restée à 10ⁿ entre Southampton, Marseille et Alexandrie ; entre Suez et Calcutta à 9ⁿ55 ; à 9ⁿ53 entre Suez et Bombay ; sur Sydney 10ⁿ ; sur Shanghai 8ⁿ. Il est alloué 630 fr. de prime par 24 heures gagnées sur le temps réglementaire, mais la pénalité par 24 heures de retard est du double de cette somme. Il est difficile de se faire une idée exacte des motifs et de la portée de ces modifications. La Compagnie y attachait une grande importance, puisqu'elle a consenti, depuis 1854, 500,000 fr. de rabais successifs pour les obtenir.

Les progrès réalisés par la Compagnie Péninsulaire et Orientale dans la production de la vapeur par le condenseur à surfaces, ont été contestés, dans une réunion des *Naval architects* (avril 1865), par R. Murray, ingénieur, inspecteur au *Board of Trade*, dont le frère a écrit des articles Encyclopédiques fort estimés sur l'architecture navale. La haute situation que R. Murray s'est acquise, aurait donné une certaine autorité à ses critiques, s'il les avait appuyées sur des faits précis ou sur une théorie quelconque, mais il s'est borné à répéter les propos inconsistants des mécaniciens que leur défaut d'instruction porte à résister à tout progrès qui a pour base une donnée scientifique qu'ils ne comprennent pas.

Les critiques de Murray ont été vivement repoussées, et on ne peut que lui savoir gré d'avoir provoqué une discussion fort intéressante.

« Les condenseurs à surfaces n'ont pas, dit-il, réalisé les es-

pérances qu'on avait conçues ; ils conduisent à une destruction rapide des chaudières. L'eau qui circule continuellement des chaudières aux machines, et de celles-ci aux chaudières en passant par le condenseur devient, peu à peu, excessivement trouble (foul), par suite de la quantité d'impuretés dont elle se charge.

» Cela se montre par la disposition des chaudières à *primer violemment*, et par la présence d'une substance noire et visqueuse qui revêt peu à peu l'intérieur des tubes du condenseur, réduit leur faculté réfrigérante et les engorge même entièrement. Ces impuretés paraissent consister dans de l'oxyde de fer ; des fibres du chanvre servant de garnitures ; du suif ; des particules minérales provenant de l'usure des cylindres et des garnitures métalliques en laiton.

« Ces inconvénients étaient cependant tolérables, mais on s'est aperçu que l'eau douce corrode rapidement les chaudières. Ce mal, aussi grave qu'imprévu se montre de la manière la plus capricieuse, attaquant tantôt une partie, tantôt une autre des chaudières, sans cause apparente.

« La surface intérieure de la chaudière est revêtue d'une boue glutineuse d'un brun rouge qui semble composée d'oxyde de fer mêlé avec la graisse qui provient des surfaces lubrifiées et qui est portée par la vapeur dans le condenseur. Sous cette matière, le métal semble haché ou piqué, soit superficiellement, soit à une profondeur qui, dans certains cas, après une année d'usage, par exemple, atteint l'épaisseur entière du métal. Les tubes en fer sont particulièrement exposés à ce genre d'altération. La nécessité de renouveler quelques centaines de tubes se montre dans une période de six mois.

« On attribue à diverses causes ces effets de corrosion. Les uns supposent une action galvanique résultant de courants entre les tubes en bronze et le fer des chaudières ; d'autres supposent

que les matières grasses donnent lieu à des acides. Ces suppositions ne semblent pas fondées.

« Il est présumable que l'eau distillée exerce sur le fer une action dissolvante de la même nature de celle qui a été reconnue sur les conduits de plomb. Il n'y aurait donc d'autre remède que d'introduire de l'eau salée dans les chaudières, mais comme celle-ci dissout le fer, il conviendrait alors de l'introduire en assez grande quantité pour que le dépôt qu'elle produit *revête* et *protége* le métal, ce qui revient à supprimer le condenseur à surfaces. En un mot, la réponse des mécaniciens aux questions sur l'utilité du condenseur à surfaces est presque toujours : « Il nous exempte du nettoyage des chaudières, mais celles-ci ne durent pas moitié aussi longtemps. »

Nous ne suivrons pas Murray dans son apologie du condenseur ordinaire. Nous ferons remarquer seulement la gravité d'une des erreurs dans lesquelles il est tombé en ne considérant comme perte de chaleur par les extractions que celle qui correspond à l'élévation de 40 à 100 degrés de l'eau qui a été extraite, perte qu'il réduit à 5 pour 100. La perte la plus sérieuse provient de la grande quantité de matière calcaire qui vient séparer l'eau de la surface de chauffe métallique, matière qui est abandonnée dans la chaudière non-seulement par la vapeur, mais même par l'eau extraite quand elle a atteint la chaleur d'ébullition. Cette matière semble être, en presque totalité, du sulfate de chaux. (Voir page 286, tome I), et l'eau chauffée à 100 degrés en dissout moins qu'à 40 ou 50 degrés. Elle sort donc des chaudières moins chargée que lorsqu'elle y est entrée. Cette propriété suffit, seule, pour renverser tout l'échafaudage des doctrines de Murray.

Cet ingénieur ne semble nullement préoccupé du fait anormal que présente la faible production de vapeur à la fois par kilogramme de houille et par mètre carré de surface de chauffe

des appareils marins. Il ne lui semble pas que l'explication rationnelle des différences que présente la distillation de l'eau douce et de l'eau de mer, soit dans l'abandon par la vapeur et dans le précipité des matières minérales que contient l'eau qui l'a produit et, enfin, dans l'obstacle qu'éprouve la chaleur pour se transmettre à l'eau à travers ce précipité que l'on sait si mauvais conducteur.

Qu'y a-t-il d'ailleurs de moins empreint de l'esprit d'analyse qui doit conduire le jugement dans ces questions, que la critique dont est l'objet l'eau distillée chargée des impuretés produites par les graisses, par les parties métalliques, le chanvre, etc. ?

Les progrès de la chimie ne donnent-ils pas l'espoir fondé que ces réactions peuvent être facilement combattues et que la difficulté repose en ce cas sur la connaissance exacte de la composition chimique de l'eau qui a passé par plusieurs distillations et condensations successives.

Aujourd'hui, une addition régulière dans le condenseur de sel de soude, et d'une très-faible quantité d'eau de mer dans la chaudière, suffit pour éviter la plupart des inconvénients signalés, et ce procédé est bien plus le résultat d'un tâtonnement que d'une étude directe et *à priori* des réactions des corps en contact. On y joint une extraction superficielle de dix en dix heures.

La Compagnie Orientale et Péninsulaire a trouvé, dans la réunion dont il est question, des défenseurs habiles des applications nombreuses qu'elle a faites des condenseurs à surface. Ils ont cité le *Ripon*, dont la consommation de combustible qui était de 1,350 tonnes par voyage est descendue à 1,000.

Si cet appareil à la fois dispendieux et délicat, ne procurait pas une économie immédiate et importante, recevrait-il une si grande et si persévérante extension dans les constructions nouvelles ?

avec un nombre de révolutions très-considérable puisqu'il s'élève jusqu'à 76; pression de vapeur de 1[k] 76 par centimètre carré ; un port faible en charbon. Les séparateurs de la vapeur et de l'eau entraînée avec elle, les enveloppes à vapeur des cylindres, les condenseurs à surface y sont de règle dans la construction depuis plusieurs années.

Mais, sur la forme des coques, ces navires se montrent très-inférieurs aux constructions françaises. Il s'agit du rapport de leur tirant d'eau, en charge, avec leur creux. En ajoutant au creux la hauteur de la quille et l'épaisseur du pont, celui-ci se trouve de 0[m]50 à 0[m]70 au-dessus de la ligne de flottaison en charge, tandis que le matériel naval de la Compagnie des Messageries Impériales présente, dans le même cas, une hauteur sur l'eau d'environ 4 mètres.

On serait disposé à croire à une erreur dans le creux s'il n'était confirmé par les documents officiels. Les navires ainsi construits offrent une faible résistance à la mer. Une petite quantité d'eau entrée par les ouvertures du pont dans les gros temps, suffit pour modifier leur allure et les compromettre. Le volume clos, impénétrable à l'eau, avec lequel il faut qu'un navire puisse lutter à la mer, doit offrir par rapport à son poids, la proportion de 1 à 0,60 au minimum.

Le type l'*Impératrice, Donnai, Cambodge,* déplace par sa carène. . . . . 3,299 m³

Le volume du navire au-dessus de la flottaison est de (1).	3,600 m³
Volume total du navire.	6,899 m³
Poids du navire.	3,300 tx
Rapport du poids au volume.	0,525

(1) La surface hors l'eau est de 800 m²; la hauteur du navire au-dessus de la flottaison est de 4m,50. Le volume hors l'eau est ainsi de 3,600 m³.

Ce type pourrait donc embarquer un poids d'eau égal à son poids propre avant de sombrer. Le type de la Compagnie *Peninsulaire et Orientale* n'en pourrait pas embarquer un sixième.

Nous avont montré comment ces différences s'expliquent par la confusion qui a été faite dans l'architecture navale entre le tirant d'eau et le creux. La Compagnie des Messageries Impériales s'est montrée beaucoup plus savante que sa rivale ; elle a su profiter des avantages qu'offrait la construction en fer pour accroître le creux qui donne au navire le plus de rigidité et de volume, sans rien sacrifier des relations du centre de carène avec le centre de gravité et avec la situation du métacentre. Ses navires sont donc plus sûrs, ils sont plus solides au moins en théorie, et il est certain qu'ils ne sont pas inférieurs dans l'exécution.

DÉTAILS SUR LE MATÉRIEL NAVAL DE LA COMPAGNIE ORIENTALE ET PÉNINSULAIRE.

	MER DES INDES		MER DE CHINE			SOUTHAMPTON à Alexandrie.	
	Baroda	Carnatic	Golconda	Ceres	Rangoon	Hanza	Peshwah
Gréement	brick	brick	brick	brick	brick	schooner	barque
Année de la construction	1864	1862	1863	1864	1863	1864	1863
Matériaux de la coque	fer	fer	fer	fer	fer	fer	fer
Longueur..... pieds.	309.3	294.7	314.5	226.8	295	327.3	334.9
Largeur..... d°	38.4	38.5	38.3	27	38	36.2	40.9
Creux..... d°	18.5	17.6	18.7	15.4	17.6	»	19.15
Tirant d'eau en charge... d°	18.»	18.5	18.11	17.6	17.8	17.11	19.10
Espace occupé par la machine. tonn.	641	521	655	199	523	600	674
Tonnage utile..... d°	1.232	1.254	1.253	410	1.253	1.481	1.477
Tonnage brut..... d°	1.874	1.775	1.909	609	1.776	2081	2.151
Système de machine (1).....	cyl.comb	C. C.	C. C.	Inv. cyl.	C. C.	oscil.	cyl.comb
Puissance nominale..... chevaux.	400	400	400	200	400	450	500
Puissance d'après l'indicateur..... d°	1.500	1.530	1.300	1.000	1.300	1.260	1.600
Moteur.....	hélice	hélice	hélice	hélice	hélice	roues	hélice
Diamètre des cylindres.... pouces.	43	43	43	51	43	75	48
d° d° d°	96	96	96	»	96	»	102
Course..... pieds.	3	3	3	2.7	3	7	3.3
Nombre de révolutions par minute.	68	56	67	76	70	25	63
Pression..... livres.	25	25	25	25	25	25	20
Vitesse maximum en charge. nœuds.	11.5	12	12	13	12.5	12.5	12
Port en charbon..... tonnes.	530	580	500	225	500	500	600
Nombre de jours d'allumage.....	14	12	13	9	13	10	14

(1) C. C. Cylindres combinés à détente fixe. Inv. cyl., cylindres renversés.

CHAPITRE XXII

COMPAGNIES DIVERSES DE NAVIGATION TRANSOCÉANIENNE TRANSPORT DES ÉMIGRANTS.

Sommaire :

Ressources des entreprises de navigation transocéanienne sans subvention. Émigrants; marchandises; importance du transport des émigrants : Motifs de la diminution progressive de la part des navires à voiles dans ces transports. Type de navires à vapeur à émigrants. Progrès dans ce genre de construction. Compagnie Inman; autres Compagnies de navigation. Dimensions et nombre de traversées transatlantiques accomplies dans une année par ces navires. Dimensions du matériel naval des principales entreprises de navigation transatlantique.

L'histoire de la navigation transatlantique, considérée au point de vue technique, se rattache intimement aux causes commerciales qui ont provoqué la formation des grandes compagnies.

Le service postal a, par suite de ses exigences de vitesse, de fréquence et de régularité, attiré à lui le transport des voyageurs dits *cabin passengers*, passagers de cabines. Les navires les plus puissants et les plus rapides ont peu à peu surgi de ce double service public.

Si aujourd'hui ces mêmes navires cherchent à associer aux transports des lettres et des passagers, celui des marchandises, c'est que la concurrence leur en fait une nécessité depuis que le transport des passagers de cabine leur est disputé par les na-

vires portant les émigrants; depuis aussi que les subventions postales se réduisent chaque jour pour ne plus devenir qu'une part des produits incessamment disputés par les entreprises de transports réguliers; depuis, enfin, que l'application de l'hélice a démontré la possibilité de concilier de grandes vitesses de marche avec l'emploi de navires d'une capacité considérable, en restant dans les limites de chargement de combustible et d'immersion que permet le tirant d'eau des ports.

Le transport des émigrants, d'abord effectué par des navires à voiles, est devenu l'aliment d'une des plus puissantes flottes de navires à vapeur et des plus prospères.

Aux émigrants se sont réunis les passagers de 3e puis de 2e classe, et enfin la grandeur et la beauté des navires a, peu à peu, amené entre eux et les navires postaux la concurrence du transport des passagers de cabine.

L'administration Anglaise contrôle la construction, l'armement et les opérations maritimes en ce qui concerne les passagers; une loi dite *passengers act* lui donne ce droit. Ses dispositions ont pour but principal la sécurité de la navigation. Les garanties qu'inspire cette intervention du Gouvernement ont contribué à assurer aux navires du service postal soumis à cet acte, le transport des personnes pour lesquelles l'intérêt de la sécurité, le désir du comfort et les agréments d'une réunion choisie priment le besoin d'économie.

Ces garanties consistent dans l'emploi de matériaux de bonne qualité, dans un travail soigné, des machines bien conditionnées, des essais de vitesse avant réception des navires, la surveillance des aménagements destinés à l'habitation des passagers, leurs dimensions, la limite du nombre des passagers que le navire peut recevoir, le nombre et les dimensions des embarcations de sauvetage, des ancres, des chaînes, etc. Ce contrôle, dans l'installation générale des navires, exercé avec le respect dû à l'ini-

tiative privée en tout ce qui peut contribuer au progrès technique et économique, est considéré comme utile, et, dans tous les cas, les passagers de cabine semblent y attacher un prix réel.

Ce contrôle suit le transport des personnes, à quelque rang social qu'elles appartiennent; mais comme, à mesure que les ressources pécuniaires diminuent, l'intérêt d'économie prévaut, les règlements d'Administration Publique autorisent des dispositions beaucoup moins coûteuses dans l'installation des navires.

L'émigrant ou le passager de 3e classe, dit *steerage passenger*, ce que nous traduirons par *passager de salle*, parce qu'il habite en commun les entreponts disposés par salles où les sexes seuls sont séparés, est suivi sur la mer par la sollicitude des Gouvernements. Quelqu'égard que puissent avoir ceux-ci pour l'initiative privée, ils se regardent comme les instruments de la aociété tout entière qui doit porter un contrôle incessant sur les abus de cette initiative. Quand ce contrôle n'est pas éclairé ou impartial, il peut excéder la limite et gêner l'initiative qu'il doit plutôt féconder que restreindre; mais dans ce cas, la presse signale ces abus d'autorité avec une ardeur extrême. La difficulté est toujours dans la mesure du bien. Malgré ces tiraillements entre les intérêts, malgré les plaintes qui ont été formulées contre certaines dispositions réglementaires surannées auxquelles est soumis le transport des *steerage passengers*, on n'aperçoit pas que le contrôle du Gouvernement ait fait faire fausse route à la construction des navires construits pour cette destination.

En ce qui concerne les aménagements, le voyage des émigrants sur les navires transatlantiques n'est pénible que pendant les gros temps, à cause de la nécessité de les renfermer sous le pont.

Quant à la solidité des navires, elle a une caution générale dont il importe de caractériser l'influence :

Un mauvais navire est toujours exposé à s'assurer chèrement ; son classement est la conséquence de son âge et de ses conditions de construction. Or, il est de règle que les navires destinés au transport des passagers et des marchandises chères soient de premier ordre pour être portés sur les livres des compagnies d'assurance au numéro de classe le plus élevé. L'intérêt commercial est ici tellement engagé, que les exceptions à cette habitude sont très-rares. Sans que le Gouvernement s'en mêle, le public intervient sous la forme d'une vaste société d'assurance qui donne le baptême à tous les navires conformes aux dispositions qu'elle a prescrites pour assurer la solidité et la navigabilité.

Néanmoins, ainsi que nous l'avons dit, l'économie obligée des transports impose une limite, même aux garanties de sécurité. Le navire postal, placé sous un régime de surveillance plus direct, dispose, dans le cas de naufrage, de moyens de sauvetage plus étendus que le navire à émigrants ; ses embarcations pourront servir de refuge à un plus grand nombre de passagers, elles pourront mieux résister à la mer.

Dans le cas où une épidémie se déclarerait à bord, la séparation des passagers est plus facile.

Sous ces deux rapports, les navires postaux sont incontestablement préférables, les autres circonstances de vitesse, de comfort et de navigabilité fussent-elles égales.

Le nombre des émigrants transportés dans les possessions anglaises et aux États-Unis pendant les années 1863 et 1864 est indiqué dans l'état suivant :

PAYS D'ORIGINE.	NOMBRE d'émigrants. 1863.	NOMBRE d'émigrants. 1864.
Anglais	61.243	56.618
Écossais	15.230	15.035
Irlandais	116.391	115.428
Étrangers	7.833	16.942
Sans distinction d'origine	23.061	4.877
	223.758	208.900

Les 208,900 émigrants (1864) se sont répartis dans les territoires ci-après :

	ANGLAIS	ECOSSAIS	IRLANDAIS	ETRANGERS	Sans distinction d'origine	TOTAL
États-Unis	29.811	5.986	94.368	13.203	3.674	147.042
Canada	3.347	2.414	5.610	1.080	270	12.721
Australie	19.069	6.068	14.936	775	94	40.942
Ailleurs	4.391	567	514	1.884	839	8.945
	56.618	15.035	115.428	16.942	4.877	208.900

En 1865, ces nombres sont restés sensiblement les mêmes. 209,801 émigrants ont quitté l'Angleterre, se rendant, la plupart, aux États-Unis, où l'émigration est en voie d'accroissement, ainsi que l'indique la progression suivante :

ÉTAT DE L'ÉMIGRATION D'ANGLETERRE PENDANT CINQUANTE ANNÉES, DE 1815 A 1864 INCLUSIVEMENT.

ANNÉES	CANADA	ÉTATS-UNIS	ANNÉES	CANADA	ÉTATS-UNIS
1815	680	1.209	1840	32.293	40.642
1816	3.370	9.022	1841	38.164	45.017
1817	9.797	10.280	1842	54.123	63.852
1818	15.136	12.429	1843	23.518	28.335
1819	23.534	10.674	1844	22.924	43.660
1820	17.921	6.745	1845	31.803	58.538
1821	12.953	4.958	1846	43.439	82.239
1822	16.013	4.137	1847	109.680	142.154
1823	11.355	5.032	1848	31.063	188.233
1824	8.774	5.152	1849	41.367	219.450
1825	8.741	5.551	1850	32.961	223.078
1826	12.818	7.063	1851	42.603	267.357
1827	12.648	14.526	1852	32.873	244.261
1828	12.084	12.817	1853	34.522	230.885
1829	13.307	15.678	1854	43.761	193.065
1830	30.574	24.887	1855	17.966	103.414
1831	58.067	28.418	1856	16.378	111.837
1832	66.339	32.872	1857	21.001	126.905
1833	28.808	29.109	1858	9.704	59.716
1834	40.060	33.074	1859	6.689	70.303
1835	15.573	26.720	1860	9.786	87.500
1836	34.226	37.774	1861	12.707	49.764
1837	29.884	36.770	1862	15.522	58.706
1838	4.577	14.332	1863	18.083	146.813
1839	12.658	33.536	1864	12.721	147.042
A reporter..	493.899	415.585	Total...	1.255.554	3.450.531

D'après les relevés officiels de l'immigration, il serait arrivé à New-York, en 1864, 182,916 immigrants.

En 1865,	Liverpool en avait envoyé. . .		120,790
	Brême	— . . .	31,669
	Hambourg	— . . .	27,983
	Glascow	— . . .	9,462
	Le Havre	— . . .	6,341
	Londres	— . . .	5,560
	Total.		201,705

En général, les Irlandais cherchent le travail dans les villes; les autres immigrants se dirigent vers l'ouest pour se livrer à la culture des terres. Des 21,315 émigrants Européens débarqués Québec en 1865, 18,873 ont pris la route des Etats-Unis.

Il résulte des informations prises par le Gouvernement Anglais que dans chacune des années 1863 et 1864, 20 ou 25,000 émigrants, au plus, ont été engagés dans l'armée fédérale.

En effet, sur les 147,042 émigrants aux Etats-Unis, il y avait seulement 44,520 garçons au-dessus de 18 ans.

Ceux-ci se partageaient comme suit :

Anglais.	10,465	44,520
Écossais.	1,697	
Irlandais.	32,358	

Des Irlandais seuls se laissaient aller à l'appât de la prime et ceux-là même ne formaient pas la majorité.

Ces détails sont nécessaires pour montrer que la progression de l'émigration n'a pas eu pour cause l'état de guerre.

Des 159,763 émigrants aux Etats-Unis et au Canada, en 1864, 85,555, ou 53 sur 100, ont été transportés par navires à vapeur et 73,208 par navires à voiles. En 1865, les navires à vapeur en ont transporté 120,923, ou 73,5 0/0, et les navires à voiles 43,47 : ensemble 164,469.

Sur 10,000 passagers, la mortalité a été, dans les steamers, de 7 1|2. Dans les voiliers, elle a été de 44, soit six fois plus forte que dans les navires à vapeur.

Mais les moyennes n'expriment pas ici exactement les faits. C'est ainsi que, sur les bateaux à vapeur, la mortalité n'a pas dépassé deux émigrants dans une traversée, tandis que l'on trouve dans la traversée des navires à voiles les nombres suivants :

L'Aurore avec..... ...	788 émigrants	16 décès
L'Excelsior.....	524	7 .....
Neptune.....	782	21 .....
Pelwood.....	739	14 .....
Orient.....	791	7 .....
City of New-York.....	819	15 .....
Cultivator.....	735	9 .....
Adélaïde.....	823	6 .....

Ces chiffres prouvent assez combien, dans de telles conditions d'encombrement, la brièveté du trajet est essentielle, et ils font comprendre la réduction rapide dans l'emploi du navire à voiles pour le transport des émigrants.

Sur le nombre de 159,763 émigrants transportés en 1864 aux Etats-Unis et au Canada, 67,200 étaient du sexe féminin. Ce sont des familles, en général, qui émigrent. Si la simple vue d'un convoi d'émigrants ne suffisait pas à le prouver, ce chiffre serait sans réplique.

Le nombre des navires transatlantiques chargés d'émigrants qui ont quitté, en 1864, les ports anglais, a été de 542, portant 188,636 individus, soit en moyenne 348 par navire. Ces navires étaient montés par 21,178 hommes d'équipage. Les accidents ont été rares ; 49 personnes ont péri dans deux échouages. Un seul navire a été perdu.

La rareté des naufrages tient principalement à la diminution de l'émigration Canadienne qui suivait la route brumeuse du Nord. Après s'être élevée de 680 en 1815, à 66,339 en 1832, cette émigration est retombée, en 1844, à 22,904, s'est relevée en 1847 à 109,680, puis elle a décru rapidement et d'une manière continue au chiffre de 12,721 en 1864.

L'émigration aux États-Unis s'est élevée régulièrement de 1,209 en 1815, à 267,357 en 1851, puis elle a décru à 126,903 en 1857. Pendant ces cinq années, de 1858 à 1862, la diminution a été considérable. La moyenne annuelle a été de 65,000. Mais en 1863, ce nombre s'est relevé à 146,813 et s'est maintenu en 1864 à 147,042. En somme, pendant les 48 dernières années, le Canada a reçu. . . . . 1,255,554 émigrants.

Les États-Unis. . . . . 3,450,531 —

L'Australie et la Nouvelle-Zélande. 867,802 —

Lorsque les armateurs ont été avisés que l'hélice, aidée du

vent, permettait les voyages transocéaniens à des navires d'un tonnage considérable munis d'une puissance motrice relativement faible, imprimant une vitesse de 7 à 9 nœuds environ, avec la régularité que donne habituellement un moteur mécanique, le transport des émigrants associé au transport des marchandises chères, a amené la création de la flotte de navires de 1,500 à 2,000 tonneaux et de 250 à 350 chevaux de force, qui est aujourd'hui le plus beau fleuron de la marine marchande anglaise.

Peu à peu ces navires se sont substitués aux voiliers et cette substitution, qui s'étend chaque jour, a eu des conséquences dont l'étude n'est pas sans intérêt.

Lorsque les voiliers seuls s'offraient au transport des émigrants, la part que le continent prenait dans l'émigration se montrait par l'affluence de ceux-ci dans les ports du littoral et particulièrement dans le port du Havre où ils venaient chercher les navires Américains qui avaient apporté du coton et chargeaient des émigrants au retour. En 1853, il sortit de ce port 68,386 émigrants dont 54,000 allemands.

Mais déjà le port de Brême attirait à lui l'Émigration Allemande par l'emploi de navires à hélice. 279 navires dont 14 steamers à hélice, avaient emmené 57,324 émigrants.

La durée moyenne de la traversée de ces derniers sur New-York était de 20 et 24 jours, tandis que celle des voiliers était de 48 jours. Depuis, les ports de Brême et de Hambourg ont vu s'établir des services réguliers de navires à hélice de 500 chevaux qui ont effectué 43 départs en 1864 et ont transporté 22,677 émigrants. Le port du Havre, dépourvu de navires à vapeur, a vu décroître sensiblement son mouvement. Après s'être élevé, en 1851, à près de 100,000, il était réduit en 1860 à 21,186, et il est resté jusqu'aujourd'hui inférieur à ce nombre.

Le mouvement des émigrants du Continent est établi par des documents officiels, qui ne sont pas, comme en Angleterre, livrés à la publicité, ou ne le sont que tardivement. On peut cependant admettre comme un minimum l'estimation suivante :

Allemands partis par les ports d'Angleterre et compris dans les documents officiels sous le titre de *Foreigners.*	16,942
Et sous le titre *non distinguished.*	4,877
Partis par Brême et Hambourg par le service régulier, 43 voyages.	22,677
Par Anvers et par navires à voiles.	5,000
Par le Havre, par navires à voiles et par quelques navires à vapeur Anglais venant compléter leur chargement dans ce port.	14,000
TOTAL	63,496

Les ports de Brême et de Hambourg s'apprêtent à étendre leurs services à 52 départs par an, au lieu de 43 effectués en 1864 : ce qui indique l'espoir, fondé d'ailleurs, d'un accroissement du courant d'émigration.

De 1846 à 1852 l'Émigration Allemande a été annuellement en moyenne de 103,591. Le minimum, en 1850, fut de 75,531 ; le maximum, atteint en 1852, était de 155,720. Mais en 1854 l'Émigration Allemande s'élevait à 251,931, puis elle s'abaissait dans les années suivantes et n'était plus, en 1859, que de 45,100 individus.

Le rétablissement de la paix en Amérique fait espérer une recrudescence dans l'émigration. On compte, pour attirer les populations du continent, sur l'empressement du Gouvernement Américain à vendre des terres pour faciliter le paiement de sa dette, et sur le haut prix des salaires résultant du vide que la guerre a formé parmi les travailleurs.

On doit compter aussi, en Amérique, pour engager les travailleurs du Continent à s'expatrier, sur les misères que causent les déplacements de main-d'œuvre qui suivent les changements dans le régime économique des divers États d'Europe: on y compte sur les souffrances de l'ouvrier agriculteur comprimé entre les exigences du loyer de la terre et l'absence du capital nécessaire pour en tirer ce qu'elle pourrait produire. On y compte sur l'accroissement général des impôts en Europe, parce qu'ils doivent suivre les progrès incessants de la vaste organisation militaire qu'exige, pour les Gouvernements, l'équilibre politique entre les puissances; on compte enfin sur les craintes incessantes de guerre qui pèseront longtemps sur l'Europe, fléau suspendu particulièrement sur le centre de l'Allemagne, parce qu'elle sépare géographiquement les combattants et devient ainsi le champ de bataille naturel de l'Europe divisée.

Ce qui justifie le plus l'espoir d'un progrès dans l'émigration, c'est l'extrême diversité des professions qui la composent:

La liste de la condition sociale des 147,042 émigrants qui ont quitté l'Angleterre en 1863, comprend quatre-vingt-deux professions dont voici le résumé:

Manœuvres	45 210
Fermiers	5 213
Mineurs et carriers	2 539
Tailleurs	1 473
Maçons	803
Charpentiers et menuisiers	761
Fileurs et tisseurs	763
72 autres professions	11 797
Femmes	47 098
Enfants	31 385
TOTAL	147 042

Il est difficile de ne pas voir l'action d'une cause générale dans cette extrême diversité qui porte les professions laborieuses à s'expatrier en famille. Cette cause est certainement l'amour de la terre ; le désir, non-seulement d'éviter la misère, mais d'acquérir le bien-être par la culture et la propriété du sol.

Beaucoup sont trompés dans cet espoir, ils restent dans les villes où ils gagnent de forts salaires ; ceux-là entretiennent la pensée du retour. Ce qui le prouve, ce sont les 20 millions que les émigrants anglais seuls envoyent annuellement à leurs parents ou amis et que l'on doit considérer comme l'épargne qui doit un jour les ramener à elle dans la mère patrie.

L'Europe doit encourager l'émigration si elle conduit nécessairement à l'amélioration du sort de l'émigrant. Or cela n'est pas contestable. Elle ne pourrait d'ailleurs lutter par la force contre une cause de dépopulation, sans provoquer de plus grandes misères que celles qui chassent l'individu hors d'Europe.

L'émigration semble donc destinée à fournir un aliment certain et régulier à la navigation à vapeur à hélice. Déjà ces transports l'emportent par leur bas prix sur tous les autres modes de locomotion.

Le prix de 175 francs que paie l'émigrant pour être transporté du Havre à New-York équivaut à 0 f. 03 c 15 par kilomètre.

Les états suivants achèveront les détails nécessaires pour connaître cette grande industrie du transport transatlantique des émigrants. Ils indiquent les navires à voiles et les navires à vapeur qui ont effectué ces transports. Ces derniers se retrouvent dans les tableaux du matériel naval avec les dimensions, le tonnage et la puissance motrice.

Ces tableaux indiquent aussi la mortalité à bord sur les navires à voiles et à vapeur.

TABLEAU DES NAVIRES A VOILES QUI ONT TRANSPORTÉ DES ÉMIGRANTS DE LIVERPOOL AUX ÉTATS-UNIS, PENDANT L'ANNÉE 1864, ET DE LA MORTALITÉ A BORD.

DATE		NOMS DES NAVIRES	PASSAGERS embarqués	NOMBRE de MORTS
1864		**Pour New-York.**		
Janvier.	9	*North-American*	340	»
	15	*Ellen-Austin*	162	»
	18	*Gratitude*	182	1
	19	*Isaac Webb*	308	4
	27	*Star of the West*	173	1
	27	*Adélaïde*	405	»
Février.	3	*Columbia*	370	1
	8	*Wisconsin*	347	»
	9	*Colhoun*	214	»
	12	*Resolute*	428	»
	22	*Cynosure*	375	»
	22	*James Foster Junior*	475	»
	23	*Bridgewater*	546	1
	24	*Général Mac Clellan*	697	»
Mars.	1	*Chancellor*	632	1
	2	*Arkivright*	342	»
	3	*Escort*	428	»
	7	*R. A. Heirn*	406	»
	9	*Great Western*	705	2
	11	*American Union*	409	»
	14	*Nec plus ultra*	591	»
	16	*Energy*	284	»
	21	*Alexander Marshall*	427	4
	23	*Ontario*	426	»
	23	*Webster*	799	3
	24	*John Bright*	739	2
	26	*Aurora*	788	16
Avril.	4	*Antartic*	538	2
	6	*Excelsior*	524	7
	6	*Neptune*	782	21
	7	*Benjamin Adams*	667	2
	7	*Universe*	619	4
	7	*Adelaïde*	509	»
	11	*Belle Vood*	739	14
	13	*Orient*	791	7
	19	*F. P. Sage*	486	»
	20	*Harvest queen*	799	5
	20	*Guy Mannering*	740	1
	21	*William Tapscott*	788	4
	22	*City of New-York*	819	15
	22	*Australia*	715	»
	25	*Cultivator*	735	9
		A reporter	21.977	116

DATE		NOMS DES NAVIRES	PASSAGERS embarqués	NOMBRE de MORTS
		Report.....	22.249	127
Avril.	29	*Jeremiah Thompson*.	871	»
Mai.	9	*Thortiton*	734	3
	19	*Westminster*	506	»
	16	*Victory*	673	2
	18	*Columbia*	476	2
	21	*Général M. Clellan*.	791	»
	21	*Ellen Austin*.	779	2
	23	*North-American*	701	»
	27	*Resolute*.	730	5
	28	*Calhoun*.	841	»
	31	*Nec plus ultra*.	670	7
Juin.	4	*Star of the West*.	213	»
	9	*Gratitude*	752	3
	11	*Arkwright*.	269	»
	11	*Bridgewater*	184	1
	14	*Escort*.	384	»
	18	*Energy*.	269	»
	20	*James Foster, Junior*.	611	»
Juillet.	4	*Great Western*	751	7
	5	*Webster*	474	»
	18	*Alexander Marshall*	401	2
	23	*Hibernia*	690	2
	26	*Adelaide*	823	6
Août.	5	*Excelsior*	194	»
	9	*Antartic*.	382	»
	17	*Orient*.	128	»
	18	*Harvest queen*	259	»
Septembre.	17	*Ellen Austin*	239	»
	23	*Atmosphère*.	400	»
	27	*North-Américain*.	518	3
		Total.....	37 962	172
		Pour Philadelphie.		
Mars.	23	*Tonawanda*.	729	1
Avril	20	*Tuscarora*.	671	2
Mai.	19	*Saranak*.	303	»
Juin.	8	*Wyoming*	262	»
Juillet.	18	*Tonawanda*.	362	»
			2 327	3

ÉTAT DES NAVIRES A VAPEUR QUI ONT TRANSPORTÉ DES ÉMIGRANTS DE LIVERPOOL AUX ÉTATS-UNIS ET AU CANADA PENDANT L'ANNÉE 1864 ET DE LA MORTALITÉ A BORD.

DATE		NOMS DES NAVIRES	PASSAGERS embarqués	NOMBRE de MORTS
1864		**Pour New-York**		
Janvier.	6	*Etna*	200	»
	12	*Kedar*	239	»
	14	*City of New-York*	288	1
	20	*Edimburgh*	276	1
	23	*City of Cork*	257	»
	26	*Olympus*	323	2
	27	*Cyty of Washington*	180	»
Février	2	*Virginia*	369	»
	3	*City of Manchester*	396	2
	6	*Kangaroo*	140	»
	9	*Hecla*	206	»
	10	*City of London*	364	»
	16	*Pensylvania*	639	1
	17	*Etna*	395	»
	20	*Glascow*	423	1
	23	*Sidon*	325	2
	24	*City of New-York*	456	»
Mars.	2	*Edimburg*	447	»
	5	*City of Baltimore*	565	1
	8	*Olympus*	369	»
	9	*City of Washington*	674	»
	16	*City of Manchester*	463	»
	19	*City of Cork*	387	»
	22	*Hecla*	356	»
	23	*City of London*	671	2
	26	*Kedar*	192	»
	29	*Virginia*	952	2
	30	*Etna*	522	»
	31	*City of Limerick*	559	1
Avril.	2	*Glascow*	696	2
	5	*Sidon*	367	»
	12	*Pensylvania*	950	2
	13	*City of Baltimore*	656	»
	18	*Edimburgh*	747	»
	20	*City of Washington*	686	1
	20	*Olympus*	427	»
	26	*Louisiana*	850	»
	27	*City of Manchester*	580	»
	30	*City of Cork*	583	1
Mai.	3	*Hecla*	507	»
	4	*City of London*	693	1
	13	*City of Limerick*	574	»
		A reporter	19.749	23

DATE		NOMS DES NAVIRES	PASSAGERS embarqués	NOMBRE de MORTS
		Report.	19.749	23
Mai.	18	*City of Baltimore*	694	»
	24	*Virginia*.	1.005	1
	25	*Etna*	568	»
	27	*Edimburgh*	797	»
Juin.	1	*City of Washington*.	866	»
	7	*Pensylvania*.	755	1
	8	*City of Manchester*.	509	»
	11	*City of Cork*.	500	»
	14	*Sidon*.	397	»
	20	*Louisiana*.	470	1
	22	*City of Baltimore*.	576	»
	28	*Kedar*.	388	»
Juillet.	6	*Edimburg*	422	»
	9	*Kangaroo*	180	»
	13	*City of Washington*	444	»
	19	*Virginia*	591	1
	20	*City of Manchester*.	344	»
	23	*City of Cork*.	440	»
	26	*Sidon*.	442	»
	27	*City of London*	387	1
Août.	2	*Erin*	346	»
	2	*City of Baltimore*	589	»
	6	*City of Limerick*.	122	»
	10	*Etna*.	395	1
	16	*Louisiana*	507	»
	17	*Edimburg*.	396	»
	20	*Kangaroo*	213	»
	23	*Hecla*.	323	»
	24	*City of Washington*.	520	»
	30	*Pensylvania*	709	»
	31	*City of Manchester*.	366	1
Septembre.	7	*City of London*.	427	»
	14	*City of Baltimore*	449	»
	17	*City of Limerick*	198	»
	21	*Etna*.	437	»
	26	*Erin*	971	»
	28	*Edimburg*	364	»
Octobre.	1	*Kangaroo*.	330	»
	5	*City of Washington*.	588	»
	12	*Glascow*.	441	2
	15	*City of Cork*.	220	»
	19	*City of Manchester*.	546	»
	25	*Pensylvania*	886	»
	26	*City of Baltimore*.	567	1
Novembre.	2	*City of London*.	468	2
	9	*Etna*.	421	»
	15	*Virginia*.	1.041	1
	16	*Edimburg*	525	»
		A reporter.	43.800	36

DATE		NOMS DES NAVIRES	PASSAGERS embarqués	NOMBRE de MORTS
		Report.	43.800	36
	23	*Glascow*.	391	»
	26	*City of Cork*.	102	»
	30	*City of Limerick*.	378	»
Décembre.	10	*City of Dublin*.	128	»
	14	*City of Manchester*.	320	»
	21	*Etna*,.	225	»
	28	*Edimburg*	251	1
		Total.....	45 595	37
1864		**Pour Portland**		
Janvier.	7	*Damascus*..	108	»
	14	*Nova Scotian*	109	»
	21	*Jura*	143	»
	28	*North-American*	99	»
Février.	11	*Hibernian*	284	»
	18	*Damascus*	93	»
Mars.	3	*Jura*	164	»
	17	*North-American*	208	»
	24	*Hibernian*	385	»
	31	*Peruvian*..	419	»
Avril.	7	*Nova Scotian*.	432	»
	14	*Damascus*	272	1
Novembre.	3	*Nova Scotian*	161	»
	10	*Moravian*	211	»
	17	*Damascus*	261	1
	24	*Saint-David*	246	»
Décembre.	1	*Hibernian*.	169	»
	8	*North-American*	177	1
	15	*Péruvian*	134	»
	22	*Nova Scotian*	111	»
	29	*Moravian*	126	»
		Total.....	4 312	3
		Pour Quebec		
Avril.	21	*Belgian*	512	»
	28	*North-American*	373	»
Mai	5	*Hibernian*	492	1
	12	*Péruvian*	576	»
	19	*Nova Scotian*	455	1
	26	*Damascus*	288	»
Juin.	2	*Belgian*	512	»
	9	*North-American*	339	»
	16	*Hibernian*.	362	»
		A reporter.	3.909	2

DATE	NOMS DES NAVIRES	PASSAGERS embarqués	NOMBRE de MORTS
	Report.	3.909	2
27	*Nova Scotian*	549	»
30	*Peruvian*	255	»
Juillet. 7	*Damascus*	174	»
14	*Belgian*	321	1
21	*Saint-David*	187	»
28	*Hibernian*.	195	»
Août. 4	*North-American*	165	»
11	*Peruvian*	183	»
18	*Jura*	188	»
25	*Belgian*	232	»
Septembre. 25	*Hibernian*.	222	»
15	*Nova Scotian*	117	»
Octobre. 6	*Damascus*	198	»
	Total.....	6 895	3

Il ressort de cette liste le nombre suivant de voyages complets exécutés par un navire dans une année :

	Voyages.
Edimburg.	9
Etna.	8
City of Manchester.	8
City of Cork	7
City of London	6

Ces navires appartiennent à la Compagnie fondée par Inman.

Rien ne peut mieux faire connaître le véritable caractère de l'émigration que le chiffre des remises d'argent faites à leurs amis d'Angleterre par les émigrants établis dans l'Amérique du Nord.

Voici l'état de ces envois de 1848 à 1865 :

1848.	460,000 l. s.
1849.	540,000
1850.	957,000
1851.	990,000

1852.	1,404,000
1853.	1,439,000
1854.	1,730,000
1855.	873,000
1856.	951,000
1857.	593,165
1858.	472,610
1859.	575,378
1860.	576,932
1861.	426,285
1862.	381,901
1863.	412,053
1864.	416,605
1865.	577,608
18 années.	13,777,929

Soit 350 millions de francs ou près de 20 millions par an.

En outre, pendant sept années de 1859 à 1865, les émigrants d'Australie ont envoyé à leurs amis, en Angleterre, 428,541 l. s. ou 10,700,000 francs.

Après avoir décrit l'importance que le transport des émigrants a pris dans la navigation transatlantique, il ne nous reste plus qu'à donner une idée aussi exacte que le permettent les documents officiels, du matériel naval employé à cette navigation.

C'est dans ce but que nous avons séparé le matériel de chacune des Compagnies transatlantiques.

A part des exceptions, on peut admettre la généralité des propositions suivantes :

Le navire destiné au transport transatlantique des émigrants jauge 1,800 à 2,300 tonneaux; sa puissance motrice à vapeur est de 250 à 500 chevaux; son gréement est susceptible de porter une forte voilure.

Sur les lignes où le transport des émigrants a moins d'importance que celui des marchandises, le tonnage est sensiblement

le même; mais la force motrice à vapeur est beaucoup plus faible; elle varie de 180 à 300 chevaux. Par contre, le gréement et la voilure sont plus développés.

La Compagnie Inman, dite *Liverpool, New-York and Philadelphia screw steam ship Company* est en tête de celles qui ont pris pour base principale de leur trafic le transport des émigrants.

Elle a 15 navires, dont 9 de type semblable, de plus de 2,000 tonneaux et de 350 à 550 chevaux. Depuis longtemps elle accomplit un service régulier et rapide de deux voyages par quinzaine. Cela lui a valu un traité avec le Gouvernement des États-Unis pour le transport des dépêches.

D'après un document officiel récent, en deux années, du 1er janvier 1864 au 12 janvier 1866, la Compagnie Inman a fait 104 trajets de New-York à Queenstown et Liverpool, en service postal Américain régulier, avec 10 navires, dont 8 ont fait 95 traversées à la vitesse moyenne de 9n66. Au retour, 105 traversées, dont 98 avec 8 navires à la vitesse moyenne de 10n45. *Le City of London* a fait 16 traversées par an. La vitesse du *City of Boston* a été, à l'aller, 11n2, et au retour 11n65, c'est la vitesse moyenne de 7 trajets dans chaque sens. A ce mouvement il faut ajouter celui qui ne fait pas partie du service postal.

Un document officiel moins récent indique le mouvement des navires de la Compagnie Inman (Liverpool, New-York, and Philadelphia steam ship Cy.) pendant l'année 1863.

	Aller.	Retour.
Nombre de traversées.	76	74
Nombre des passagers..	34.840	7.980
Nombre moyen de passagers par navires..	465	111

Dans ce document, tous ces navires sont indiqués comme re-

cevant du Gouvernement Américain un prix postal de 8 den. par 1/2 once : 0 fr. 84 par 0k015.

Nous avons vu que ce prix peut varier entre 20 et 30,000 fr. par traversée. En 1860, il produisait 37,500 fr. par voyage complet, aller et retour.

Le produit du service postal Américain peut d'ailleurs être pressenti par une proposition qui a été faite au Congrès, et qui paraît devoir être accueillie. Elle consisterait à donner par voie d'adjudication, pour 7 ou 10 ans, la concession du transport des lettres entre les États-Unis et le Continent Européen, moyennant un prix à forfait de deux dollars, 10 fr. 66, par mille marin, que l'on considère comme étant aujourd'hui égal à la recette postale. La vitesse minimum obligée serait de 10 nœuds. La proposition comprend trois services :

ENTRE	Nombre de traversées	Distance en milles	Milles parcourus par année	PRIX DU TRANSPORT		
				Par traversée	Par voyage complet	Par an
				fr.	fr	fr.
Boston et Liverpool..	26	2.950	76.700	31.400	62.800	816.000
New-York et le Havre par Southampton..	24	3.270	78.480	34.825	69.650	906.000
New-York et Anvers..	53.6	3.355	179.720	35.750	71.500	1.935.000
			334.900			3.657.000

La faible vitesse exigée paraît indiquer que c'est l'emploi des navires servant au transport des émigrants qui est en vue dans ces services.

La vitesse du *City of Boston* a causé une grande surprise. Jusque-là les navires à hélice d'Inman, secondés par des vents favorables, obtenaient souvent de grandes vitesses qui relevaient la moyenne affaiblie résultant de trajets retardés par des vents contraires, mais *le City of Boston* obtint des vitesses régulières.

Dans l'enquête parlementaire de 1860, Inman, fondateur de cette Compagnie, prétendit que la moyenne de durée des trajets de ses navires était égale à la durée des trajets des navires de la Compagnie Cunard, construits antérieurement au *Persia*. Cette assertion, bien que discutable alors et très-vivement contestée par Cunard, s'est réalisée depuis, en ce sens que, si on excepte des traversées accomplies par les Cunard, celles du *Persia*, du *Scotia*, et des navires à hélice construits depuis 1860, l'avantage appartient aux nouveaux navires d'Inman.

Cet armateur se plaignit alors que les règlements relatifs au transport des émigrants imposassent à ses navires un excédant de poids de 80 tonnes dans la cargaison équivalent à une perte de 75,000 fr. par an et par navire. Il offrait de prendre le service des postes entre l'Angleterre et les États-unis pour le revenu du tarif sur lequel le Gouvernement perdait alors annuellement 2,000,000 fr.

La Compagnie Inmann a commencé par transporter les émigrants de toutes classes ; maintenant elle transporte les plus aisés et, avec eux, des passagers de cabine.

Depuis treize années environ, elle n'a perdu qu'un très-petit nombre de navires, le *City of Glascow* a été perdu avec 400 émigrants sans que les causes de sa perte aient été connues. Un navire de même nom a récemment brûlé en mer. Le *City of Philadelphia* a échoué sur la côte de Terre-Neuve.

Le tableau suivant indique la vitesse des navires de la Compagnie Inman (Liverpool, New-York et Philadelphie Cy.).

NAVIRES	DATE de la construction	TONNAGE	PUISSANCE	VITESSE
				nœuds.
City of Boston	1864	2.278	350	11.2
City of New-York	1861	2.360	550	10.8
— *London*	1863	2.396	550	10.3
— *Baltimore*	1855	2.368	500	9.7
— *Washington*	1855	2 381	460	9.7
Etna	1855	2 120	450	9.2
City of Manchester	1851	2.096	450	8 8
Edimburg	1855	2.197	450	8.7
City of Dublin	1864	1.979	250	8.2
— *Cork*	1863	1.547	200	8.»
Glascow	1851	1.697	400	7.6
Kangaroo	1853	1.719	300	7.6

La Compagnie *Montréal Ocean steam ship* reçoit du Gouvernement Anglais, 820 liv. st. (20,700 fr.) par traversée pour le service postal de Liverpool à Québec par Movible. Elle a fait, à l'aller, en 1864, 64 traversées, dont 50 en service postal. Elle a transporté 15,092 émigrants, soit 234 par navire.

Au retour, elle a fait 61 traversées, dont 48 en service postal. Elle a ramené 2,924 passagers, soit 48 par navire.

Sa subvention totale a été cette année de 80,360 liv. sterl. (2,110,000 fr.).

Nous terminons par l'état officiel des traversées accomplies entre l'Angleterre et les États-Unis, pendant l'année 1864 par les Compagnies transatlantiques, et entre l'Angleterre et l'Amérique du Nord, pour les services postaux, y compris le transport des émigrants. Nous le faisons suivre du nombre des navires frétés pour l'Émigration, soit par les Commissaires, soit par les particuliers.

COMPAGNIES	NOMBRE DE TRAVERSÉES	
	Aller	Retour
British and North American; Cunard.....	71	67
Liverpool, New-York et Philadelphie; Inman.	76	74
Montreal, Ocean, Steam ship Compagnie.....	64	61
Atlantic, Royal-Mail, St N. Compagnie.....	9	8
Anchor, Line, S. S. N. Compagnie.....	11	10
National, St Nav. Compagnie.....	8	7
13 diverses Compagnies.....	24	22
North-German, Lloyd et Hamburg American..	29	29
TOTAL.	292	278

Dans ce nombre de 292 navires transatlantiques ayant quitté en 1864, les ports d'Angleterre pour les États-Unis et le Canada, 52 passages des Cunard (service postal) ne portaient pas d'émigrants; 195, porteurs d'émigrants, recevaient ou une subvention postale des Gouvernements Etrangers, ou le produit du transport des lettres.

NAVIRES FRÉTÉS EN 1864 PAR LES COMMISSAIRES DE L'ÉMIGRATION

PORTS	NOMBRE de NAVIRES	NOMBRE D'ÉMIGRANTS.
London.	4	409
Liverpool.	7	2.576
Plymouth.	17	5.854
Southampton.	3	845
TOTAL.	31	9.684

NAVIRES EXPÉDIÉS PAR LES ARMATEURS PARTICULIERS SOUS LA SURVEILLANCE DU COMMISSAIRE OFFICIEL DE L'ÉMIGRATION (1864).

PORTS	NOMBRE de NAVIRES	NOMBRE D'ÉMIGRANTS
London	103	17.274
Liverpool	338	115.221
Plymouth	1	811
Southampton	1	262
Glascow	40	9.113
Greenock	7	886
Cork	1	25.257
Galway	4	767
Londondery	13	8.832
TOTAL	508	178.423

Ces faits se complètent par l'état du matériel naval de 12 Compagnies de navigation transatlantique dont l'histoire présente l'intérêt qui s'attache à l'identité des conditions d'exploitation.

Le nombre de ces Compagnies s'accroît chaque année ; le matériel de celles d'entr'elles qui prospèrent s'accroît aussi ; le développement est continu.

En général, la puissance des navires à vapeur destinés uniquement au transport des marchandises est de 180 à 250 chevaux.

Tous sont exclusivement en fer et à hélice.

Ces douze Compagnies sont les suivantes :

1. *Inman, Liverpool, New-York and Philadelphie, etc.*
2. *British india steam Navigation Company (limited).*
3. *West India and Pacific steam Navigation Company (limited).*

4. *Pacific steam Navigation Company.*
5. *Union steam ship Company.*
6. *National steam Navigation Company.*
7. *Atlantic Royal Mail steam Navigation Company.*
8. *Montréal Ocean Company, Bresse, Allen, James Allan and another.*
9. *African steam Navigation Company.*
10. *Calcutta and Burnah steam Navigation Company.*
11. *British and south américan steam Navigation Company.*
12. *British and American steam ship Company.*

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS Longueur	Largeur	Creux	TONNAGE non compris l'espace de la machine	BRUT	PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
Inman, Liverpool, New-York et Philadelphie screw steam ship Company.		pi.	pi.	pi.	tx.	tx.	ch.	
City of Manchester.	1851	261.8	36.2	25.3	1.296	2.096	450	Per Hélice
City of Baltimore..	1855	325.4	38.1	25.8	1.225	2.368	500	d°
City of Washington.	4855	319.»	40.1	19.2	1.619	2.381.	460	d°
Kangaroo.....	1853	257.2	36.2	19.9	1.196	1.719	300	d°
Glascow.....	4851	262.3	36.»	18 »	1.154	1.697	400	d°
Edimburg	1855	300.5	39.8	19.»	1.494	2.197	450	d°
City of New-York..	1861	335.5	40.3	18.»	1.679	2.360	550	d°
Etna.....	1855	308.6	37.4	19.»	1.494	2.120	450	d°
City of Cork.....	1863	265.»	33.3	25.»	1.082	1.547	200	d°
City of Limerick...	1855	280.8	34.2	23.7	1.151	1.530	256	d°
City of Dublin.....	1864	318.»	36.3	25.9	1.549	1.999	250	d°
City of London....	1863	335.2	40.4	18.7	1.678	2.396	550	d°
City of Boston....	1864	305.»	39.»	27.6	»	2.278	350	d°
City of Paris.. ..	1865	373.»	40.»	26.6	»	2.740	600	d°
City of Antwerps..	en construction							
14 navires.....					16.617	29.428	5.766	
Moyenne.....					.....	2.102	412	

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS longueur	largeur	creux	TONNAGE non compris l'espace de la machine	BRUT	PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
British India steam Navigation Company (LIMITED).								
Chéduda	1863	209.1	26.3½	16.1	538	667	100	fer hélice
Euphrates	»	208.7	28.3½	16.5	488	650	120	d°
Orissa	»	153.2	28.1½	12.2	271	360	80	d°
Comorin	»	176.3	25.2½	14.1	342	453	80	d°
Burmah	»	239.2	30.2	19.5	867	1.025	200	d°
Arabia	»	239.2	30.2	19.1½	807	1.025	200	d°
Busheer	1864	216.»	29.1½	16.7½	617	792	130	d°
Sydney	1952	227.»	34.»	24.»	762	1.214	300	d°
Australian	»	225.»	34.»	22.5	725	1.208	300	d°
Madras	1864	226.2	28.3	15.2	545	680	125	d°°
Benjaub	»	239.1	30.2	19.»	810	1.030	200	d°
Cashmere	»	239.1	30.2	19.»	810	1.028	200	d°
					7.522	10.138	2.035	
West India et Pacific steam Navigation Company (LIMITED).								
Plantagenet	1859	202.4	27.2	16.4	472	695	70	fer hélice
Crusader	1862	231.3	30.9	18.7	725	901	100	d°
Cristobal-Colon	1854	273.6	37.»	»	1.108	1.598	250	d°
Bolivar	1863	240.»	32.5	19.7½	963	1.180	160	d°
Hayti	1854	260.»	30.3	20.3	878	1.122	196	d°
Talisman	1860	212.6	28.1	16.9	581	738	80	d°
Granadian	1864	264.2	34.5	18.2½	1.284	1.719	300	d°
Barbadian	1856	220.1	29.5	22.7	725	951	140	d°
Sea Queen	1859	233.6	26.4	12.9	677	836	120	d°
Mexican	1863	238.2	32.2	16.9	1.038	1.280	140	d°
Chilian	1864	214 5	30.3	18.»	1.010	1.341	200	d°
Saint-Thomas								
Californian								
West-Indian	en construction.				9.461	12.361	1.756	
Carribean								
American								
Pacific steam Navigation Company.								
Valparaiso	1856	234.1	29.1	14.4	839	1.069	320	Fer Roues
Callao	1858	235.»	29.»	14.5	841	1.062	320	d°
Bogota	1852	258.1	30.»	17.5	1.160	1.461	320	d°
San Carlos	1860	199.8	30.2	18.6	444	652	270	Fer Hélice
Guayaquil	»	208.7	30.2	18.7	449	661	250	d°
Morro	»	119.»	20.1	7.9	68	132	50	Acier Roues
Peru	1861	260.4	32.1	15.2	904	1.307	360	Fer Roues
Talcan	1862	194.1	30.»	16.»	469	708	260	d°
					5.174	7.052	2.150	

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS longueur	largeur	creux	TONNAGE non compris l'espace de la machine	BRUT	PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
Union steam ship Company								
Athens.....	1856	224.»	30.1	16.»	503	739	130	Fer Hélice
Cambrian.....	1860	245.1	30.1	18.4	868	1.055	120	Fer Roues
Brilon.....	1861	248.»	30.7	23.9	928	1.104	120	Fer Hélice
Saxon.....	1863	245.»	31.8	23.7	894	1.141	220	d°
Roman.....	1863	267.»	32.4	23.6	1.027	1.282	220	d°
Anglian.....	1864	204.9	26.3	15.9	532	661	80	d°
					4.752	5.982	890	
National steam Navigation Company.								
SOIXANTE-DIX-HUIT VOYAGES ANNUELS OU CENT CINQUANTE-SIX TRAVERSÉES ENTRE LIVERPOOL, NEW-YORK, BOSTON ET PHILADELPHIE.								
Pensylvania.....	1863	341.»	41.1	20.»	2.415	2.890	300	fer hélice
Virginia.....	»	341.8	41.2	20.4	2.418	2.888	350	d°
Louisiana.....	1862	307.2	39.9	25.7	1.643	2.167	300	d°
Erin.....	1864	370.4	41.1	20.3½	2.807	3.319	350	d°
Helvetia.....	1864	371.5	41.2	20.3	2.805	3.319	350	d°
Scotland.....	1865	»	»	»	»	3.698	400	d°
Queen.....	1865	»	»	»	»	3.500	400	d°
England.....	1865	»	»	»	»	3.500	400	d°
France.....	1865	»	»	»	»	»	»	d°
Germany.....	1866	»	»	»	»	»	»	d°
Denmark.....	1860	»	»	»	»	»	»	d°
Atlantic, Royal Mail. Steam Navigation Company.								
EN LIQUIDATION.								
Shamrock.....	1859	65.3	13.8	7.2	9	34	15	bois roues
Hibernia.....	1861	360.5	40.4	21.5	1.569	3.008	800	d°
Columbia.....	».	369.8	40.1	28.6	1.625	2.913	1.000	fer roues
Anglia.....	»	365.»	40.2	28.7	1.659	2.949	1.000	d°
Adriatic.....	1854	345.9	50.»	24.1	1.737	3.760	1.400	bois roues
					6.599	12.664	4.215	

NOMS des NAVIRES	DATE de la construction	DIMENSIONS longueur	largeur	creux	TONNAGE non compris l'espace de la machine	BRUT	PUISSANCE en chevaux	MOTEURS
Montréal Océan Company. Brisse. Allen ; James Allan and another.								
Damascus	1856	253.5	32.»	22.2	825	1.214	200	Per Hélice
Péruvian	1863	312.1	38.4	17.»	1.889	2.549	330	d°
Saint-David	1864	372.2	34.2	22.»	1.229	1.516	150	d°
Moravian	»	320.9	39.»	17.4½	1.598	2.246	400	d°
Belgian	1855	298.»	38.6	»	1.469	2.067	375	d°
Spartan								
					7.010	9.592	1.455	
African steam navigation Company.								
Retriever	1854	155.4	21.3	12.7	245	322	50	Per Hélice
Ethiope	1854	211.6	29.7	20.3	469	690	160	d°
Arménian	1855	243.3	30.5	20.5	763	1.075	200	Bois Roues
Athenian	1854	243.»	21.2	21.2	650	1.057	200	Per Hélice
					2.127	3.144	610	
Calcutta and Burnah steam Navigation Company.								
Gouvernor Higginson	1856	208.2	27.1	16.2	411	644	160	Per Hélice
Goringo	1851	199.8	27.5	15.8	435	583	150	d°
India	1852	239.»	30.2	19.0½	792	1.010	200	d°
Kurrachée	1852	185.»	25.5	14.4	395	510	120	d°
					2.033	2.747	630	
British and south American steam Navigation Company.								
Brazilian	1862	274.8	37.7	»	1.395	1.942	300	Per Hélice
Bolivian	1853	272.6	37.3	»	1.366	1.904	300	d°
Peruvian	1863	281.1	28.1	»	1.713	2.245	300	d°
					4.474	6.091	900	
British and American steam ship Company.								
Florida	1860	267.2	37.»	21.»	1.452	1.707	250	Per Hélice
Alabama	»	267.2	37.»	21.»	1.432	1.712	250	d°
Brazilian	1852	274.4	37.7	»	1 399	1.942	300	d°
					4.280	5.361	800	

RÉSUMÉ.

	EN BOIS	EN FER	TOTAL
Navires.....	4	78	82

	A ROUES		A HÉLICE		TOTAL
	en bois	en fer	en bois	en fer	
Navires.....	4	8	»	70	82

			TONNAGE MOYEN PAR NAVIRE.
Tonnage.	non compris l'espace de la machine.....	82 137	1066
	brut.....	129 842	1583
			FORCE MOYENNE PAR NAVIRE.
Nombre de chevaux.....		23 457	286

Il n'est pas sans intérêt de voir la part en passagers de cabine et en émigrants qui revient à l'hélice et aux roues dans les services postaux entre l'Angleterre, l'Allemagne et les États-Unis, pendant l'année 1864.

COMPAGNIES	ALLER			RETOUR		
	nombre de passagers pendant l'année	nombre de voyages pendant l'année	nombre de passagers par voyage	nombre de passagers pendant l'année	nombre de voyages pendant l'année	nombre de passagers par voyage
Liverpool New-York and Philadelphie steam ship Company. Hélice.....	32.926	52	636	9.364	52	180
Hamburg line. Hélice.....	10.355	23	450	2.638	23	113
Bremen line. d°	12.222	20	611	2.534	20	126
Total.....	55.503	95		14.536	95	
Cunard line New-York. Roues	3.123	27	155	2.947	27	107
d° Boston d°	2.422	27	89	2.092	27	77
Total.....	5.545	54		5.039	54	

COMPAGNIES	ALLER				RETOUR			
	nombre de voyages	distance en milles	durée du voyage	vitesse en milles	nombre de voyages	distance en milles	durée du voyage	vitesse en milles
Liverpool, New-York and Philadelphie steam ship Company..... Hélice	52	3.046	331	9.80	52	3.046	301	10.7
Hamburg line.....d°	23	3.590	309	11.6	23	3.590	441	8.1
Bremen line.....d°	20	3.540	345	10.28	20	3.540	296	11.9
Cunard line New-York. Roues	25	3.046	284	11.42	27	3.046	251	12.23
» Boston.....d°	27	2.864	319	8.92	27	2.864	291	11.1

La part des navires à roues n'est donc que d'un sixième dans le transport des passagers qui, d'Angleterre et d'Allemagne, se dirigent sur l'Amérique et en reviennent.

CHAPITRE XXIII

SERVICES POSTAUX TRANSOCÉANIENS FRANÇAIS

Sommaire :

Services postaux concédés aux Compagnies Françaises, Compagnie générale transatlantique. Compagnie des Messageries Impériales, matériel naval. Vitesse. Subvention.

Ces services établis récemment sont les mêmes qu'effectuent, pour l'Angleterre, les trois Compagnies postales : *Brazil and West India Royal Mail steam packet Company*, dite simplement *Royal Mail Company ; British and north American Royal Mail steam packet Company* dite *Company Cunard ;* et la *Peninsular and Oriental steam ship Company*.

La Compagnie générale Transatlantique est concessionnaire du même service postal que la *Company Cunard*, entre la France et les Etats-Unis, et du service sur Aspinwal, les Antilles et le Mexique, que le Gouvernement Anglais a confié à la *Royal Mail Company*.

La Compagnie des Messageries Impériales est concessionnaire du service sur le Brésil et Buenos-Ayres, que la *Royal Mail Company* effectue pour l'Angleterre, ainsi que du service sur les Indes et la Chine, analogue, moins l'Australie, à celui de la Compagnie Anglaise dite Péninsulaire et Orientale.

Par les actes constitutifs des deux Compagnies, le littoral Américain est partagé entre elles, de sorte que leurs services ne chevauchent pas l'un sur l'autre, ce qui est à la fois pour elles une condition de puissance, d'avenir et de crédit.

La Compagnie Transatlantique imitant l'exemple de la Compagnie Cunard et de la Compagnie Inman, réunit à son service sur les Etats-Unis, le transport des émigrants et des marchandises par des navires spéciaux à hélice susceptibles de vitesses de 8m5 à 10m1/2.

La Compagnie des Messageries Impériales développe, de son côté, ses services méditerranéens.

Les deux Compagnies françaises ont suivi, dans le choix du matériel naval, la voie tracée par leurs devancières.

COMPAGNIE GÉNÉRALE TRANSATLANTIQUE.

La Compagnie Transatlantique, fondée en 1861, est concessionnaire du service postal entre la France et les Etats-Unis d'Amérique par le Havre, Brest et New-York; d'un service sur la ligne du Mexique (Vera-Cruz) par Saint-Nazaire, Saint-Thomas et la Havane, et d'un service sur l'isthme de Panama par la Martinique, Sainte-Marthe et Aspinwall.

A ces deux dernières grandes lignes sont annexés des services locaux sur Porto-Rico, le Cap et Saint-Yago de Cuba, Tampico, Matamoras et la Nouvelle-Orléans : Une ligne de la Havane à la Nouvelle-Orléans : des services sur la Guadeloupe, Sainte-Lucie, Saint-Vincent, la Grenade, la Trinidad, Demerari, Surinam et Cayenne, la Guayra, Porto-Cabello.

Par Panama et par correspondance, la Compagnie dessert la côte Est Américaine sur le Pacifique, depuis San-Francisco jusqu'à Valparaiso.

Le service sur New-York est bi-mensuel. Il est mensuel sur le Mexique et mensuel sur Panama..

La subvention annuelle est de 9,500,000 fr., soit 57 fr. 60 par lieue marine ou 19 fr. 20 par mille marin (3 milles marins équivalent à une lieue marine). La subvention a été augmentée de 195,173 fr. à l'occasion du service annexé entre la Havane et la Nouvelle-Orléans et sur la côte ferme.

Cette subvention se répartit approximativement entre les trois services, comme suit :

POINTS DE DÉPART et D'ARRIVÉE.	DISTANCE en lieues marines aller et retour	NOMBRE de VOYAGES	DISTANCE PARCOURUES lieues marines	RÉPARTITION de la subvention
Le Havre.....	2.116(1)	26	55.016	3.170.000
New-York.....				
Saint-Nazaire.....	3.762	12	63.180	3.451.156
Véra-Cruz.....				
Annexes	1.503			
Saint-Nazaire	3.278	12	54.096	3.074.017
Aspinwall.....				
Annexes	1.230			
			172.292	9.695.173

La Compagnie ajoute à ce parcours obligé quelques trajets complémentaires tels que de Matamoras à la Nouvelle-Orléans.

Son service diffère de celui de la Compagnie du Royal-Mail en ce que ses navires partant d'Europe vont jusqu'à destination du Mexique et d'Aspinwall, tandis que les transatlantiques Anglais s'arrêtent à Saint-Thomas pour y transborder les passagers et les marchandises sur des navires annexes. Il est à désirer, du reste, que la Compagnie Française imite en cela sa rivale. Si

(1) Y compris 26,2 lieues marines supplémentaires par l'escale à Brest.

les convenances de quelques passagers directs sont, sous ce rapport, peut-être moins bien servies, il y a, d'un autre côté, dans l'abréviation du trajet des grands navires, une simplification recommandée à la fois par l'intérêt public et par celui de la Compagnie.

Nous avons dit que lorsque la Compagnie Transatlantique fut fondée, elle avait deux exemples devant les yeux. Pour le service sur New-York, c'était la Compagnie Cunard ; pour le service sur le golfe du Mexique, c'était la Royal Mail Company.

La Compagnie Cunard dispose d'un port d'attache, Liverpool, dont les bassins et les accès ont permis de construire deux navires à roues d'un tirant d'eau et d'une puissance proportionnelle qui n'ont pas encore été atteints, excepté par le *Great-Eastern*. C'est le *Scotia* et le *Persia*. Le port du Havre ne permettrait pas l'emploi d'aussi grands navires. La concession n'exige pas, il est vrai, la vitesse de 12 nœuds 30 que réalise *le Scotia*. Celle de 11ⁿ5 pouvait être atteinte par des navires moins grands. On savait, d'ailleurs, combien l'emploi de ces deux navires était dispendieux. Les navires à roues semblaient cependant s'imposer par préférence à l'hélice ; non-seulement ce type permettait un tirant d'eau moindre à déplacement égal, mais il était, dit-on, préféré par les passagers. Ce fut sous l'influence de ces idées que le *Napoléon III* fut commandé. C'est le plus grand et le plus puissant des navires postaux français. Nous en mettons les données principales en regard de celles du *Scotia*.

Le type est le même, non pas quant à la puissance motrice, mais quant à la forme du moteur : machine à balancier, solide coque en fer, lignes d'eau de même acuité, sauf l'arrière qui, dans le *Napoléon III*, est considéré comme supérieur. Le *Scotia* est un navire à roof. Le *Napoléon III* est à spardeck.

	Napoléon III		Scotia	
Longueur.....mètres	110	24	123	»
Largeur.....Id..	14	»	14	50
Creux.....Id.	10	»	9	78
Tonnage du bâtiment, machine comprise...t[x]	4 024	»	4 050	»
» sans la machine ...Id.	2 414	»	2 358	»
Déplacement en charge.....m³	6 500	»	6 580	»
» lège.....Id.	4 580	»	»	»
Tirant d'eau en charge.....mètres	6	70	6	82
» lège.....Id..	5	50	5	72
Pression limite en mercure.....centim.	1	33	»	»
Surface de chauffe.....m²...	1 860	20	2 267	»
Nombre de foyers.....	32	»	40	»
Cons[n] de combustible par 24 heures....tonnes	100	»	130	»
Diamètre des cylindres.....mètres	2	58	2	58
Course.....Id..	2	84	3	67
Volume de 4 cylindrées par tour de roue...m³	56	52	76	40
Diamètre des roues.....mètres	11	69	12	25
Nombre de tours aux essais.....	14	»	»	»
Vitesse aux essais.....nœuds	16	35	15	31
» en marche.....	11	50	12	32

Mais pendant l'exécution du *Napoléon III*, des faits d'une grande importance se produisaient. La Compagnie Cunard substituait peu à peu des navires à hélice à ses navires à roues. Elle avait vendu *la Plata* de 1,000 chevaux; l'*Arabia*, de même force, navire neuf comme le précédent, était déjà offert. A la suite de graves accidents, l'*Australasian* et le *China*, navires à hélice, faisaient enfin un service régulier. Le *China* atteignait souvent la vitesse du *Persia*. Encouragée par ces résultats, la Compagnie Cunard commandait deux navires à hélice du même type que le *China*.

Les avantages commerciaux des navires à hélice se montraient d'ailleurs clairement.

Le manque de profondeur du port du Havre et la consommation du combustible étaient des obstacles invincibles à une concurrence basée sur des constructions analogues à celles du *Persia* et du *Scotia*, tandis qu'on espérait, à l'aide de grandes

vitesses d'hélice d'un diamètre réduit, se limiter, pour ce genre de moteur, à un tirant d'eau suffisant. La Compagnie fit, en conséquence, construire par M. Napier deux navires à hélice d'un type semblable au *China*, qui était sorti de ses chantiers, mais elle voulut leur donner des dimensions et une puissance plus grandes, ainsi qu'il ressort des données comparatives suivantes :

	PÉREIRE. VILLE DE PARIS	CHINA
Longueur au pont.....mètres	113 38	» »
» à la flottaison.....Id..	105 15	99 31
Largeur.....Id..	13 26	12 30
Creux.....Id..	9 14	8 88
Tonnage, machine comprise.....tonneaux	3 227 »	2 529 »
» machine non comprise.....Id...	1 800 »	1 540 »
Déplacement en charge.....mètres cubes	5 217 »	4 100 »
Déplacement lége.....Id.....	3 032	2 520 »
Tirant d'eau en charge.....mètres	6 70	6 70
» lége.....Id..	5 50	5 55
Pression limite en mercure.....centim.	114 »	114 »
Surface de chauffe.....mètres carrés	1 524 61	1 125 »
Surface des grilles.....Id.....	50 54	» »
Nombre de foyers.....	32 »	24 »
Consᵉ de combustible par 24 heures....tonnes	82 »	80 »
Force nominale.....chevaux	750 »	550 »
Force aux essais.....Id...	1 076 »	» »
Diamètre des cylindres.....mètres	2 13	2 03
Course.....Id..	1 22	1 67
Diamètre de l'hélice.....Id..	5 80	5 18
Pas de l'hélice.....Id..	9 »	6 71
Nombre de tours de la machine.....	60	28 »
Nombre de tours de l'hélice aux essais.....		70 »
Vitesse du navire aux essais.....nœuds	15 2	13 45
— en marche.....Id..	13	12 »

Ces deux navires à hélice, *le Péreire* et *la Ville de Paris*, sont les plus puissants et les plus grands qui aient été construits pour le service postal. Ils sont à roof, système Cunard ; le pont est défendu par des pavois en tôle de 11$^{m}/_{m}$ d'épaisseur, rivés

sur les membrures prolongées. Leur hauteur est de 1m25; ils sont surmontés de bastingages en bois, et la hauteur totale des pavois est ainsi de 1m832.

Les installations contiennent :

284	lits ou canapés-lits		de première,
104	—	—	de seconde.
32	—	—	de troisième.
Ensemble 420			

A ces deux navires à hélice il en a été ajouté un troisième : *le St-Laurent*, qui, destiné à faire partie de la ligne des Antilles comme bateau à roues, fut transformé en navire à hélice. Ce changement était opportun, à cause du défaut d'avancement de la machine, dont toutes les pièces faites étaient utiles pour rechange. On espérait donner à ce navire les qualités commerciales du type hélice qui présente plus de ressources de frêt. La coque, dont les dimensions sont celles du type des Antilles, et les chaudières restent ce qu'elles étaient. La machine seule est changée. La machine à hélice est à deux cylindres et à engrenages. En voici les dimensions principales.

Diamètre des cylindres	2m	286
Course	1	300
Diamètre de l'hélice	5	25
Pas de hélice	7	30
Nombre de tours prévu de la machine	40	»
Nombre de tours de l'hélice	70	»
Surface de chauffe	1395	m2
Nombre de foyers	24	»
Consommation de combustible par 24 heures	80	tonnes

Le matériel de la ligne de New-York est complété par un navire de réserve, *l'Europe*, dont la vitesse moyenne, dans ses huit premières traversées, a été de 11n50. Il est semblable au type employé dans le service postal de la Compagnie sur le Mexique et Aspinwall.

En résumé, cinq navires sont attachés au service transatlantique qui doit effectuer annuellement 26 voyages ou 52 traversées entre le Havre, Brest et New-York. Un navire à roues, inférieur en vitesse aux deux grands navires de Cunard, *le Persia* et *le Scotia :* deux grands navires à hélice supérieurs en vitesse aux hélices de la compagnie Cunard. Un navire à hélice, égal en vitesse aux deux dernières hélices de la compagnie Cunard, *le Java* et *le Cuba :* un navire à roues, en réserve, remplissant les conditions de vitesse du cahier des charges.

Aujourd'hui, la compagnie Cunard, dont le service est bimensuel sur New-York et bimensuel sur Halifax, affecte au service sur New-York, de préférence, *le Persia*, *le Scotia* et *le China*, puis *l'Australasian* et *le Cuba* ou *le Java*. Mais comme ces six navires sont plus que suffisants, elle envoie sur Halifax ses quatre hélices, et à défaut, ses anciens navires en bois dont la vitesse est de 9 nœuds 5 à 10 nœuds.

Il résulte des diverses conditions du matériel des deux Compagnies que les vitesses moyennes seront sensiblement peu différentes ; et cela se réalise depuis que le personnel de la Compagnie transatlantique a acquis l'expérience et la solidité à la mer que réclament les trajets d'hiver ;

Dès aujourd'hui, la concurrence n'est plus possible entre les deux Compagnies, en ce sens que la compagnie Anglaise ne peut pas plus enlever à la compagnie Française les passagers du continent, que celle-ci ne pourra enlever à la Compagnie Cunard ceux de l'Angleterre.

La compagnie Transatlantique a suivi encore l'exemple donné par la compagnie Cunard, en complétant ses relations avec l'Amérique par un service de transports d'émigrants et de marchandises entre le Havre et New-York. Elle y a consacré deux navires de 250 à 300 chevaux de force et un navire de 500 chevaux, tous trois à hélice, ayant accompli avec une grande

régularité le service postal de France au Mexique. Le courant d'émigration qui s'est détourné du port du Havre faute d'y trouver des navires à vapeur, y sera sans doute ramené.

Le service postal sur le Mexique et sur l'isthme de Panama s'offrait à la compagnie Transatlantique dans les mêmes conditions de trafic que celles que la compagnie du Royal-Mail trouve dans les mêmes parages, mais il y avait cependant entre ces services et ceux de l'Amérique du Nord une différence qu'il importe de signaler.

Les deux éléments de trafic, les passagers et la marchandise, se présentent presque toujours dans des conditions spéciales. Sur la ligne de New-York, l'émigration étant un élément de trafic conciliable avec le transport de la marchandise sur les mêmes navires, et la vitesse exigée pour les passagers de première classe étant une cause de réduction du poids en marchandise, il s'est fait un partage entre le navire postal à roues, presqu'exclusivement appliqué aux passagers, et prenant une petite quantité de marchandises chères, et le navire mixte à hélice transportant les émigrants et les marchandises. Mais lorsque le navire à hélice est entré dans les services postaux de cette ligne, il a pu prendre, en marchandises, la place et le poids devenus disponibles par suite du moindre encombrement et du moindre poids de la machine et du combustible; de sorte qu'à puissance égale, mais armé d'un moteur plus efficace, il a apporté une amélioration commerciale manifeste en associant dans les grandes vitesses le transport des passagers à une plus forte part de frêt en marchandises chères.

Mais le trafic commercial de l'Europe avec la mer des An-

tilles ne compte pas de courant d'émigration; la distance est plus grande, les passagers moins nombreux; l'aliment de la navigation est donc moindre; il n'admet au même degré ni les exigences, ni les frais d'une grande vitesse. Cependant les métaux précieux, certains produits tropicaux de grande valeur s'y associent au transport des voyageurs; l'exemple de la compagnie du Royal-Mail, si expérimentée et si prospère, était entraînant. Déjà la Compagnie des Messageries Impériales, la première entrée en lice par un service rival de celui du Royal-Mail, sur le Brésil, avait adopté le navire à roues, de dimensions plus faibles que celles des navires de cette Compagnie, à cause des escales qui favorisaient le renouvellement du charbon, et le succès le plus complet avait récompensé ses combinaisons.

Ce fut donc sur les errements de la Royal-Mail Company que la Compagnie Transatlantique fit construire le matériel naval destiné au service sur le golfe du Mexique. *Le Washington*, *le Lafayette*, *l'Impératrice Eugénie*, *la France*, *le Nouveau Monde* et *le Panama*.

Ces six navires à roues de 850 chevaux se rapprochent beaucoup du beau type, *l'Atrato*, *la Seine* et *le Shannon*. Nous en donnons ici les principaux éléments comparatifs.

		Type des Antilles de la Compagnie transatlantique.	Atrato Navire de la Compagnie du Royal-Mail.
Longueur	mètres.	105 60	102 50
Largeur	—	13 36	12 45
Creux	—	9 66	10 22
Tonnage, machine non comprise	tonneaux	1 802 »	1 970 »
Tonnage, machine comprise	—	3 204 »	3 126 »

Déplacement.	en charge..... m. cubes.	6 250 (1)	6 540 »
	lège..... —	4 250 »	4 540 »
	moyen..... —	5 250 »	5 540 »
Tirant d'eau.	en charge..... mètres.	6 80	7 07
	aux essais..... —	5 75	5 72
	lège..... —	5 18	5 45
Surface plongée du maître couple aux essais..		» »	
	en mètres carrés	64 20	56 »
Pression limite en mercure..... centim.		133 »	93 »
Surface de chauffe..... m. carré		1 395 »	1 579 »
Nombre de foyers.....		24 »	24 »
Surfac. de grille..... m. carré		47 88	48 36
Consommation de combustible par 24 heures..		» »	
	en tonnes de 1,000 kil..	85 »	85 »
Diamètre des cylindres..... mètres.		2 40	2 44
Course..... —		2 64	2 745
Vol[e] des 4 cylindres par tour de roue m. cube..		47 80	51 40
Puissance nominale..... chevaux.		860 »	750 »
» aux essais.....		1 200 »	» »
Diamètre des roues..... mètres.		11 »	11 12 (2)
Nombre des aubes.....		28 »	15
Espèce d'aubes.....		fixes	mobiles
Nombre de tours aux essais.....		16 49	18
» » en service.....		14 3	15 23
Vitesse aux essais..... milles.		13 80	13 77
Vitesse en marche..... —		10[m] 47	10 6
Coefficient de recul aux essais.....		0 25	

Les deux types sont à spardeck.

Le navire de la compagnie Transatlantique est un peu plus faible par la surface de chauffe et par les dimensions par des cylindres que celui de la compagnie du Royal-Mail.

(1) Coque. . . . . 2850 tx,
Appareil moteur 1130
Eau des chaudières. 150
Vivres et eau 75
Divers approvisionnements. . . 50
Equipages et effets 20
Charbon. 1500
Bagages et marchandises. . . . 475
Poids total du navire 6250 tx.

(2) Réduit depuis à 10 m. 375 (d'après M. Forquenot).

Un roof a été ajouté au *Panama;* cette addition d'un troisième étage d'habitation pour les passagers réussit à l'aide de procédés d'aérage mécanique.

Un navire à hélice de 500 chevaux a été adjoint à ces six navires.

Six autres navires à roues ou à hélice de 150 à 250 chevaux complètent ce matériel naval. Ils desservent les parcours locaux.

Les navires à roues de la compagnie Transatlantique ont été dessinés par M. Forquenot, ingénieur de la marine.

Les deux hélices, *le Péreire* et *la Ville de Paris*, par M. Napier.

La transformation du *St-Laurent*, et celle des aménagements du *Panama*, ont été faites par M. Convers, ingénieur de la marine.

Trois de ces navires ont été exécutés à Greenock, par MM. J. Scott; deux à Glascow, par M. Napier; un à Londres, par MM. Ford, Bell, et Ravenhill. Six ont été construits à St-Nazaire, par M. Scott, dans le chantier de Penhoet installé et dirigé par M. Audenet, ingénieur de la marine, constructeur de la frégate cuirassée *la Couronne*. Leurs machines ont été construites par M. Schneider.

C'est dans le cours de cette année, 1866, que la compagnie Transatlantique réalise l'ensemble de ses services avec les navires spécialement construits pour leur destination. Elle retire de la ligne de New-York les navires destinés au service des Antilles, construits pour une vitesse de 10^{nds} 5, qu'ils ont dépassée sur New-York où ils ont été employés provisoirement. La Compagnie a également retiré du service du Mexique, trois des quatre navires à hélice qui, pendant quatre ans, ont accompli, avec un succès complet, cette longue navigation.

Les difficultés d'une vaste organisation ont été heureusement

surmontées. La solidité du matériel naval, ses qualités nautiques hautement appréciées, le soin des installations, sont de nature à lui assurer la clientèle à laquelle on ne peut aspirer que par ces essentielles conditions.

FLOTTE A VAPEUR DE LA COMPAGNIE TRANSATLANTIQUE

NOMS DES PAQUEBOTS.		JAUGE LÉGALE	DÉPLACEMENT en CHARGE.	FORCE EN CHEVAUX de 200 kilogrammètres.
		Tonneaux	Tonneaux	Chevaux
Napoléon III.....	à roues.	3.950	6.400	1.620
Ville-de-Paris.....	à hélice.	3.014	5.200	1.300
Pereire.....	d°	3.014	5.200	1.300
Saint-Laurent.....	d°	3.400	5.800	1.300
Europe.....	à roues.	3.200	5.800	1.300
Washington.....	d°	3.200	5.800	1.200
Lafayette.....	d°	3.200	5.800	1.200
Impératrice-Eugénie.	d°	3.200	5.800	1.200
France.....	d°	3.200	5.800	1.200
Nouveau-Monde....	d°	3.200	5.800	1.200
Panama.....	d°	3.400	5.800	1.200
Louisiane.....	à hélice.	1.900	3.650	600
Floride.....	d°	1.900	3.650	600
Vera-Cruz.....	d°	1.700	2.450	300
Tampico.....	d°	1.700	2.450	300
Guyane.....	à roues.	940	1.150	300
Sonora.....	d°	425	550	180
Cacique.....	à hélice.	670	750	150
Caraïbe.....	d°	700	930	150
Caravelle.....	d°	700	950	150
Darien (en construction)....		900	1.000	250
			80.730	17.000

COMPAGNIE DES MESSAGERIES IMPÉRIALES.

Les services postaux concédés à cette Compagnie dans la Méditerranée et dans la mer Noire datent de 1852; ils comportaient un parcours annuel de 105,216 lieues marines 315,648 milles marins); la subvention était de 25 fr. 90 par lieue marine ou 8 fr. 25 par mille marin. Antérieurement à cette concession, l'État exécutait ces services avec son personnel

et son matériel, et les documents officiels ont constaté qu'il perdait 50 fr. 30 par lieue marine, non compris les frais généraux, l'intérêt du capital, l'assurance et la dépréciation, dépenses que l'État ne fait jamais entrer dans les comptes d'aucun des services publics qu'il accomplit par lui-même et qui constituent cependant, dans les entreprises maritimes, près de 20 pour 100 de la valeur des navires.

A cette époque aussi, la subvention payée par le Gouvernement Anglais à la Compagnie Péninsulaire et Orientale pour les services méditerranéens était de 37 fr. 14 par lieue marine, ou 12 fr. 38 par mille marin.

Cette concession prit, depuis, une grande extension.

En 1864, le parcours annuel est :

Sur la Méditerranée et la mer Noire.		300,178 l. m.
Sur l'Océan (Brésil, La Plata, 12 voyages). . .		53,100
Dans la mer des Indes :		
De Suez à Saigon.	44,640	
De Pointe de Galle à Calcutta.	10,800	
De Singapore à Batavia.	4,400	
De Saïgon à Shanghay	13,720	
De Shanghay à Yokohama.	8,280	
De Suez à la Réunion et Maurice. . .	30,464	112,304 (1)
Total.		465,582 l. m.

Ce qui équivaut à 1,396,746 milles marins.

La subvention est, pour la Méditerranée et la mer Noire :

(1) Dont 10464 sur Maurice ne reçoivent que moitié de la subvention due aux annexes.

	PAR MILLE MARIN.	PAR LIEUE MARINE.
. . . . .	7 fr. 01 c. . . .	21 fr. 03 c.
Sur l'Atlantique . . .	13 33 . . .	40 »
Sur l'Indo-Chine . . .	17 46 . . .	59 40

L'ensemble se répartit de la manière suivante :

Méditerranée et mer Noire.	3,994,437 fr.
Brésil et La Plata.	2,306,273
Indo-Chine.	7,756,682
	14,057,392 (1)

Le service sur le Brésil a commencé en 1860; celui de l'Indo-Chine, à la fin de 1863.

Quant aux vitesses réglementaires, elles sont, sur l'Italie, l'Égypte, Smyrne et la Syrie, de 9 nds 5; sur Constantinople, 10 nœuds. Mais à partir de 1864 ces vitesses ont été dépassées.

La vitesse réglementaire des services du Brésil et de l'Indo-Chine est de 9 nds 5. La concurrence avec le Royal-Mail sur l'Atlantique, et avec la Compagnie Péninsulaire et Orientale dans la mer des Indes, produit un accroissement continu de la vitesse; elle atteint 10 nds 5.

« La Compagnie maintient invariablement dans ses écritures, à leur prix d'achat ou de construction et jusqu'à leur disparu-

(1) Subvention payée à la Compagnie Péninsulaire et Orientale:

Angleterre, Marseille, Alexandrie, Ceylan, Calcutta, Hong-Kong			3 714 881 fr.
Aden, Bombay			555 500
Extra-service	Indes	530 250 fr.	1 653 875
	Southampton, Alexandrie	517 625	
	Bombay et Chine	606 000	
Pointe de Galle, Sydney			3 400 468
Suez, Aden, Maurice			909 000
			10 233 724 fr.

tion de ses inventaires, les navires composant sa flotte, et elle forme, au moyen de prélèvements opérés annuellement sur les produits de l'exploitation, un fonds spécial destiné à compenser l'usure de ses navires et à fournir au besoin des ressources pour leur reconstruction.

« Cette réserve n'est pas représentée dans l'actif par une catégorie spéciale de valeurs ; elle repose sur l'augmentation de la propriété et est confondue dans l'actif général. » (Extrait du rapport du 6 juin 1858.)

Cette citation était nécessaire pour expliquer comment le matériel naval de la compagnie Péninsulaire et Orientale composé d'un même nombre de navires jaugeant en douane 84,472 tonneaux bruts équivalents à 119,000 de déplacement, et de 19,510 chevaux, n'est porté sur les livres de cette Compagnie que pour 67,359,000 fr., tandis que celui de la compagnie des Messageries Impériales, de 112,146 tonneaux de déplacement, y est porté pour 83,683,182 fr. La constitution d'un amortissement de 25 millions explique en grande partie la différence.

Ce n'est que depuis 1857 que les rapports publiés *in extenso* ou en extrait, dans les journaux, permettent de juger des développements de cette grande entreprise

Son matériel était alors (1857) composé comme suit :

Navires.	45
Force en chevaux.	10,260 ch.
Tonnage en douane.	21,448 t.
Tonnage de déplacement. . . .	49,209
Ce matériel avait coûté. . . .	32,782,826 fr.
Soit, par force de cheval.	3,220
Par tonneau de jauge.	1,530
Par tonneau de déplacement. . . .	666

Voici les augmentations successives de ce matériel de 1857 à 1865 inclusivement :

ANNÉES	NOMBRE de navires	FORCE en chevaux	TONNAGE en douane	TONNAGE de déplacement	COUT du matériel naval
1857	45	10.260	21.448	49.209	33.782.826
1858	45	10.860		52.041	36.719.908
1859	45	11.020		53.167	43.203.466
1860	48	12.850		65.211	51.533.466
1861	45	12.320		63.231	56.974.571
1862	45	12.320		63.231	65.820.133
1863	52	15.870		87.808	74.020.575
1864	58	17.530		102.445	82.758.513
1865	63	18.640		112.146	83.683.581

Le coût de la force en chevaux s'est élevé de 3,220 fr. à 4,475 fr., et celui du tonneau de déplacement, de 666 fr. à 745 fr.

La somme prélevée sur les recettes pour l'amortissement et la dépréciation du matériel a été, pendant ces neuf années, de 19,671,436 fr.

Appliquée au prix moyen de la force en chevaux (4,475 fr.) et du tonneau de déplacement (745 fr.), cette somme représente 4,325 chevaux ou 26,300 tonneaux de déplacement. C'est bien près de la moitié du matériel en 1857. C'est qu'à part le matériel du Brésil et de l'Indo-Chine, dont les conditions de construction sont basées sur le service à effectuer, le reste du matériel d'origine ne répondait pas aux exigences du service et au développement du trafic.

En effet, à l'origine de la concession, la Compagnie fut obligée, comme condition du contrat, de reprendre d'importantes parties du matériel naval alors en ligne et qui ont dû être rapidement renouvelées.

Dans les années antérieures à 1857, les prélèvements sur les recettes destinés à couvrir l'amortissement et la dépréciation du matériel s'étaient élevés à 5,277,522 fr. De telle sorte que l'ensemble de ces prélèvements avait été, pour les quatorze années d'exploitation de 1852 à 1865 inclusivement,

de. . . . . 24,948,958 fr.

Au 31 décembre 1865, le fonds d'assurances était de. . . . . 4,147,882 »

et la réserve statutaire de. . . . . 2,293,445 »

Ensemble. . . . . 31,390,285 fr.

auxquels doit être ajouté l'amortissement des immeubles.

La progression du prélèvement sur les recettes pour l'amortissement comprenant la dépréciation du matériel naval, ainsi que pour le fonds d'assurance est indiquée dans le tableau suivant :

ANNÉES	AMORTISSEMENT et dépréciation	FONDS d'assurance	PAYÉ aux Compagnies d'assurances
	fr.	fr.	
1857	924.920	485.392	sans indication
1858	1.456.000	879.177	d°
1859	2.267.402	873.518	d°
1860	2.185.822	845.702	d°
1861	2.066.606	1.200.427	d°
1862	2.046.606	1.041.070	202.682
1863	2.124.269	1.803.717	839.995
1864	3.339.564	1.754.455	599.997
1865	3.260.247	2.029.280	2.106.729 (1)
TOTAUX...	19.671.436	10.912.738	(1) Y compris la part de la Compagnie dans la perte de l'*Hydaspe* et du *Béarn*.

La Compagnie n'assure pas son matériel jusqu'à concurrence de 700,000 fr. Au delà, elle assure le tiers ou la moitié de la valeur des navires. Cette disposition si différente du système suivi par les Compagnies Anglaises, est sans doute dictée par des motifs spéciaux. Il semble que l'importance du matériel, son

excellente construction, l'habitude et l'expérience acquises par un personnel accomplissant toujours le même trajet, la beauté des mers fréquentées et le chiffre du capital (1), sont autant de raisons pour que la Compagnie soit son propre et unique assureur pour la totalité de ses risques.

Le développement progressif du parcours effectué par les navires de la Compagnie est indiqué dans le tableau suivant, dans lequel est également écrite la dépense d'exploitation, abstraction faite de l'amortissement et du fonds d'assurance; la quatrième colonne indique la dépense totale, y compris ces deux natures de prélèvements dont les chiffres spéciaux sont dans le tableau précédent.

ANNÉES	PARCOURS ANNUEL LIEUES MARINES	DÉPENSE DIRECTE D'EXPLOITATION	DÉPENSE TOTALE y compris l'amortissement, et le fonds d'assurance
		fr.	fr.
1857	290.346	15.532.555	16.942.867
1858	301.880	14.656.554	16.991.731
1859	323.768	14.303.640	17.444.560
1860	322.143	16.315.665	19.347.189
1861	333.462	19.876.417	23.143.450
1862	345.799	19.143.521	22.237.193
1863	450.000	20.831.774	24.759.760
1864	465.582	32.294.959	37.388.978
1865	464.647	32.080.638	37.370.165
TOTAUX...	3.297.627	185.035.723	215.619.897

Le tableau suivant indique les recettes du trafic, la subvention et les recettes totales.

(1) Matériel naval	83.683.581 fr.
Approvisionnements. Charbon, rechanges, travaux en cours	13.094.685 »
Outillage, mobilier, apparaux	3.729.889 »
Immeubles, établissements	8.091.966 »
Valeurs diverses	11.908.855 »
	120.508.975 fr

ANNÉES	RECETTES d'exploitation	SUBVENTIONS de l'État	RECETTES TOTALES
1857	12.877.282 fr..	6.160.000 fr.	19.037.282 fr.
1858	13.038.317	6.378.118	19.416.435
1859	16.761.500	6.329.158	23.090.658
1860	16.618.470	6.328 367	22.946.837
1861	19.127.322	8.592.638	27.719.960
1862	19.634.525	8.414.995	28.049.520
1863	19.717.833	9.192.223	28.910.056
1864	30.395.324	14.132.959	44.528.283
1865	29.989.316	14.057.392	44.046.708
TOTAUX..	178.157.889	79.585.830	257.745.739

La différence des recettes avec les dépenses, l'intérêt des obligations et le solde en bénéfice ressortent du tableau suivant :

ANNÉES	DIFFÉRENCES DES RECETTES avec les dépenses	INTÉRÊTS des obligations	BÉNÉFICE
1857	2.094.415 fr.	360.000 fr.	1.734.415 fr.
1858	2.424.704	360.000	2.064.704
1859	5.646.098	360.000	5.286.098
1860	3.599.648	360.000	3.239.648
1861	4.576.510	475.725	4.100.785
1862	5.818.323	479.040	5.339.283
1863	4.150.296	480.000	3 670.296
1864	7.139.305	742.893	6.396.412
1865	6.676.542	844.491	5.832.052
	42.125.842	4.462.149	37.664.132

Enfin, pour faire ressortir l'utilité publique de la concession et de la subvention, nous rapprochons, dans le tableau suivant, les subventions des soldes en bénéfice pour en conclure la différence qui aurait constitué la perte de la Compagnie si elle n'eût pas été subventionnée.

ANNÉES	SUBVENTIONS payées par l'État	BÉNÉFICE	DIFFÉRENCES entre la subvention et le bénéfice
1857	6.160.000 fr.	1.734.415 fr.	4.425.585 fr.
1858	6.378.118	2.604.704	4.813.414
1859	6.329.158	5.286.098	1.043.060
1860	6.328.347	3.239.648	3.088.699
1861	8.592.638	4.100.785	4.491.853
1862	8.414.995	5.339.283	3.075.712
1863	9.192.223	3.670.296	5.521.927
1864	14.132.959	6.396.412	7.736.547
1865	14.057.392	5.832.052	8.225.340
TOTAUX.	79.585.830	37.663.693	41.922.137

En résumé, dans ces dernières neuf années, l'Etat a payé en subventions. . . . . 79,585,830 fr.

La Compagnie a gagné . . . . . 37,663,693 »

Elle eût donc perdu, si elle n'avait pas été subventionnée, la différence. . . . . 41,922,137 fr.

Les bénéfices n'atteignent encore que 41 pour 100 de la subvention, de sorte que, sans la subvention, le capital en actions étant de 55,000,000 fr., les 76 centièmes de ce capital seraient aujourd'hui perdus.

Nous regrettons de ne pouvoir faire connaître le produit du transport des dépêches que le service de la compagnie des Messageries Impériales apporte au Gouvernement. Les détails que nous avons trouvés, sur cette question, dans les Documents Parlementaires Anglais, en ce qui concerne le service accompli par la compagnie Péninsulaire et Orientale, et le produit postal qu'en retire le Gouvernement voisin, auraient donné de l'intérêt à une comparaison.

Si on considère l'importance du capital engagé dans l'entre-

prise des Messageries Impériales, 120,508,975 fr., ses rapides et judicieux développements, le progrès que révèle incessamment la construction du matériel, la simplicité et l'ordre de l'organisation administrative, la science de la direction technique, la sage mesure des sacrifices de l'État, on reconnaît là l'ensemble des qualités et des forces qui, dans ce dernier quart de siècle, ont assuré le succès des grandes associations privées appelées par l'Etat à l'exécution des services publics. La Compagnie des Messageries Impériales a pris, sous ce rapport, un rang honorable à côté des Compagnies de chemins de fer.

Il nous reste à donner quelques détails sur le matériel naval transatlantique de cette Compagnie.

Elle avait suivi l'exemple de la Compagnie du Royal Mail en montant son service sur le Brésil, avec des navires à roues. Le faible tirant d'eau des accès du port de Bordeaux lui imposait d'ailleurs cette disposition. L'exploitation de cette ligne est aussi heureuse que celle de la Compagnie rivale.

Pour le service postal des Indes et de la Chine, le matériel naval de la Compagnie des Messageries impériales composé de navires à hélice identiques à ceux de la Compagnie Péninsulaire et Orientale, semble cependant l'emporter sous plusieurs rapports. Le type du *Donnai*, de *l'Impératrice* et du *Cambodge* présente, pour un jaugeage, en douane, de 1,551^{m}52, des cales à marchandises d'une capacité de 1,315^{m3}; ce qui, pour un poids à charger de 540 tonneaux compatible avec le tirant d'eau du navire, donne, pour le tonneau d'encombrement, 2^{m3}38.

Ces navires contiennent 54 cabines et 196 lits. L'importance de ce type de navire mérite que nous donnions quelques détails sur ses dimensions.

COQUE

Longueur mesurée à la ligne du pont.....	97^{m} 25
Largeur hors membrure à la flottaison.....	11^{m} 70

Creux sur quille à la ligne droite des baux du pont.	10m »
Tirant d'eau moyen en charge pris sous quille..	6 10
Différence de tirant d'eau.....	1 40

DÉPLACEMENT.

Longueur de la carène entre perpendiculaires à la flottaison en charge.....	92m 50
Largeur de la carène hors tôles à la flottaison..	11 73
Profondeur de la carène du dessus de la quille à la flottaison.....	5 58
Surface de la partie immergée du maître couple hors tôles.....m. carrés	55 25
Surface de la flottaison en charge hors tôles....d°	800 468
Déplacement de la carène sans différence de tirant d'eau..... avant...m³	1763 585
arrière..d°	1 535 415
différen. d°	228 170
Total...d°	3 299 000
Rapports : du volume de la carène à celui du parallélipipède circonscrit....	0 506
de la surface de la flottaison à celle du rectangle circonscrit.....	0 737
de la surface plongée du maître-couple à celle du rectangle circonscrit.....	0 805

STABILITÉ.

Distance du centre de carène..... à la flottaison en charge...	2m 263
au-dessus de la quille....	3m 586
à la perpendiculaire arrière	47m 720
Distance du centre de gravité de la flottaison en charge, à la perpendiculaire.....	45m 578
Hauteur du métacentre latitudinal au-dessus du centre de carène.....	2m 243
Hauteur du métacentre longitudinal au-dessus du centre de carène	112m 523

VOILURE.

Surface de voilure non compris les bonnettes...	1707m² 97
Rapports de cette surface..... à celle du rectangle circonscrit à la flottaison en charge.	1 574
à celle de la flottaison en charge.....	2 133
à celle de la partie plongée du maître couple.....	30 913

Distance du centre vélique.....	à la flottaison en charge....	17m 402
	au-dessus du centre de carène.	19 665
	en avant de la verticale passant par le milieu de la flottaison.....	2 034

POIDS.

Poids de coque, mâture, agrès, armement, emménagements, meubles, embarcations, rechanges.....	1650 tonnes.
Machines, tuyautage, parquets et accessoires...	212 »
Chaudières, coffres à vapeur, barreaux de grilles, soupapes diverses, cheminées, etc.....	119 »
Eau des chaudières, 0m20 de recouvrement au-dessus des tubes.....	79 »
Charbon.....	700 »
Poids à charger en marchandises, passagers, équipage, linge, bagages, boissons, vivres, etc...	540 »
Total égal au déplacement.....	3 300 »

Tirant d'eau.	moyen en charge.....	6m 100
	avec le demi-approvisionnement de charbon.....	5 326
	sans chargement avec le charbon	5 428
	sans charbon avec le chargement	5 223
	sans chargement et sans charbon	4 516

MACHINE

La machine est à fourreau et à engrenage. Elle se compose de deux cylindres verticaux.

Diamètre des cylindres	1 94 m.
— des fourreaux	0 90
— effectif, fourreau déduit	1 834
Course des pistons	1 33
Nombre de tours	33
Force nominale	500 chx.
Détente (unique)	0 55
Diamètre de l'hélice	4 50 m.
Pas constant	6 20
Nombre d'ailes (moyeu sphérique)	6 60
Largeur constante	0 60 m.
Rapport des engrenages $\frac{108}{55}$	2, 0377

Les chaudières sont en quatre corps dans le système tubulaire.

Nombre total de foyers des 4 corps	16
Surface de grille totale	29 m2 48
Surface de chauffe totale	700 m2 65
Charge des soupapes en cm. de mercure	144 cm.
Surface de grille par cheval nominal	0 m2 0589
Surface de chauffe — —	1 m2 4013
Consommation par 24 heures	65 tx

Vitesse aux essais 11n 710

AMÉNAGEMENTS

6	cabines de	1re	classe à	1 couchette	6
20	d°	d°	2	d°	40
8	d°	d°	3	d°	24
19	d°	d°	4	d°	76
2	d°	d°	6	d°	12
Logement des passagers de 2e classe					38
					196 c.

La Compagnie des Messageries Impériales a, dans l'Océan indien, 4 navires dont 3 du même type : *le Donnai*, *le Cambodge*, *l'Impératrice* et le *Tigre*.

Le Tigre, étant un type plus récent et plus rapide, ses dimensions offrent de l'intérêt.

Principales dimensions du *Tigre*.

	mètres.
Longueur de l'AR de l'Etambot à l'AV de l'Étrave à la hauteur du 2e pont supérieur	104 45
Largeur au fort hors membres	11 70
Creux sur quille à la ligne droite des baux du pont supérieur au milieu	10 »
Tirant d'eau moyen en charge ..... sur quille.	6 10
Hauteur de la quille	0 25
Longueur de la carène entre les perdendiculaires à la flottaison en charge	99 70
Largeur de la carène hors tôle à la flottaison	11 73
Profondeur de la carène	5 85
Déplacement au tirant d'eau en charge ci-dessus de 6m10 ..... m3	3 711 »
Surface immergée du maître-couple	55m284
Surface de flottaison	885 34
Rapport du volume de la carène à celui du parallélipipède circonscrit	0 528
Rapport de la surface immergée du maître-couple à celle du rectangle circonscrit	0 805
Rapport de la surface de flottaison à celle du rectangle circonscrit	0 756
Distance du centre de carène à la flottaison	2m 29
Distance du centre de carène à la perpendiculaire AR.	51 33

Hauteur du métacentre latitudinal au-dessus du centre de gravité		2m 26
Coque, emménagements, mâtures, agrès, armement, embarcations, artillerie, rechanges	poids...	1815tx
Machines, tuyautage, parquet et accessoires, chaudières et accessoires	poids...	360
Eau des chaudières	d°	80
Charbon	d°	694
Passagers et cargaison	d°	482
Lest	d°	240
Total égal au déplacement	d°	3 711
Tirants d'eau. en charge		6m10
avec mi-chargement		5 56
sans chargement et avec charbon		5 52
sans chargement avec le chargement		5 32
sans chargement et sans charbon		4 72

MACHINE A HÉLICE AVEC FOURREAU ET ENGRENAGES.

Diamètre effectif des cylindres	1m 834
Nombre de tours pour la force nominale de 500 chevaux	32 98
Diamètre des pompes à air	1 040
Course des pompes à air	0 620
Course des tiroirs de distribution	0 372
Pas de l'hélice	6 mèt.
Diamètre maximum de l'hélice	4 50
Nombre d'ailes de l'hélice	6

La Compagnie a, en outre, dans les mers de l'Inde, deux navires de 400 chevaux et à hélice *l'Alphée* et *l'Erymanthe ;* et enfin, pour les services annexes, 5 navires, également à hélice, de 240 à 280 chevaux.

La ligne du Brésil était desservie par quatre navires à roues de 500 chevaux, la *Guienne,* la *Navarre,* l'*Estramadure* et le *Béarn* perdu, et par deux navires à roues pour les services annexes, le *Carmel,* de 370 chevaux, et le *Périclès,* de 120 chevaux.

Le matériel de la Compagnie des Messageries Impériales, en navires transocéaniens, se compose donc de 10 navires de 500 et 400 chevaux de force. Leur parcours total annuel dans la mer

des Indes et dans l'Océan est de 453,072 milles. La vitesse obligée est de 9ⁿ5 pour la ligne principale et de 9 nœuds pour les annexes. Cette vitesse est très-notablement dépassée sur les lignes principales.

L'ensemble du matériel naval de la Compagnie des Messageries impériales a été construit sur les plans et sous la direction de M. Dupuy de Lôme, et plus tard de M. Delacour, tous deux ingénieurs de la marine de l'Etat.

Une discussion s'est élevée, cette année, dans le Corps législatif sur la convention qui fixe les conditions du service postal confié à la Compagnie des Messageries Impériales. Un député, qui est fabricant de tissus, croyant voir dans les tarifs de frêt de la Compagnie un avantage pour les fabricants étrangers, nia à la Compagnie le droit d'exercer librement son industrie. La *subvention* de l'Etat ôtait, suivant lui, à la Compagnie, la liberté de faire des transports à l'étranger, pour un prix de frêt inférieur au prix qu'elle fait payer pour la France à égale ou à plus grande distance. Ainsi, étant donné dans un port de la Chine, un navire Français apportant en France les dépêches officielles et recevant de l'État le prix de ce service, mais ayant conservé le droit de transporter librement les passagers et les marchandises, ce navire ne pourrait charger les marchandises destinées à l'étranger qu'au prix de frêt des marchandises destinées à la France, si elles doivent être transportées à une distance égale.

On se demande d'abord si le prix payé par le Gouvernement pour le service postal exige d'autres conditions que celle d'accomplir ce service comme l'entend le contrat de transport? Là serait toute la question, si la poser aussi simplement ce n'était la résoudre.

En confiant à l'industrie le service postal, l'État cherche un avantage, celui de faire transporter ses dépêches et ses agents à

moins de frais que s'il effectuait lui-même ce transport. Il trouve cette économie en faisant de ce transport une annexe à l'industrie du transport des passagers et des marchandises, et il paie alors infiniment moins que si les navires postaux se bornaient au simple transport des dépêches.

Par ce moyen, le produit payé à l'industrie par l'Administration des Postes, au lieu d'être le principal, devient un appoint d'autant plus faible que le trafic est plus abondant.

Le produit principal est donné par le trafic; de là l'intérêt à l'accroître. Or, pour produire le plus possible, le trafic doit être exploité librement. Si le libre exercice de cette industrie de transport est supprimé : si le navire ne peut, à cause du frêt postal, accepter l'autre frêt, celui des passagers et des marchandises, qu'à un prix fixé et limité conventionnellement, si pour cette raison le navire ne peut être complétement utilisé, il faut qu'il subisse une perte ou qu'il reçoive une compensation.

Mais ce n'est pas ainsi que l'entend l'interprète, au Corps Législatif, de quelques fabricants français. Suivant lui, le navire postal reçoit, non pas le prix du transport des lettres, des dépêches et des agents postaux, mais une *subvention* du Gouvernement, et il en conclut que le contrat qui l'octroie, tout en précisant les charges, ne laisse pas la liberté de faire servir les navires à des actes plus favorables au commerce étranger qu'au commerce français.

Le principe ainsi posé, il en ressort la question suivante : Faut-il, en présence d'un frêt en marchandises abondant et à bas prix pour l'Angleterre, et d'un frêt rare et cher pour la France, refuser le premier ou abaisser le prix du second? En d'autres termes, faut-il élever le prix du service postal en restreignant l'utilisation des navires postaux?

Cette fois encore, il suffit de poser la question pour la résoudre.

En droit comme au point de vue de l'intérêt général, c'est

l'utilisation du navire, et c'est le libre exercice de l'industrie qui en est le moyen, qui prévalent.

Il y a un frêt à prendre : sa destination n'a pas, ne peut avoir un caractère exclusif ou spécial, car ce n'est pas la distance qui fait le prix, c'est aussi l'abondance ou la rareté. L'Angleterre envoie de la houille dans l'Inde; le retour de ses navires abaisse le frêt. La France n'a pas de ces retours, et son frêt est, en conséquence, élevé. Alors voudrait-on subventionner le frêt français au moyen du prix postal? d'accord : c'est un système différent qui conduirait à fixer officiellement le prix du frêt français; mais cela conduirait-il à l'exclusion du frêt Anglais, quand le cours de ce frêt sera plus bas que celui du frêt français?

Ainsi ce n'est pas seulement le droit, ce n'est pas seulement l'intérêt général qui sont contre l'interprétation que nous combattons, c'est encore l'impossibilité matérielle d'en mettre le principe en pratique.

La Compagnie des Messageries Impériales a cru devoir justifier son exploitation; elle en a démontré l'équité et la loyauté que semblait mettre en doute l'ardeur de son adversaire; elle a ensuite démontré l'erreur de la supposition qui servait de base à l'argumentation de celui-ci. Le fait dénoncé ne s'était pas produit; la Compagnie n'avait pas eu d'occasion de prendre le rôle qu'on lui attribuait entre les fabriques rivales des deux pays. Enfin elle a démontré son droit d'agir comme on lui reprochait de l'avoir fait, si cela eût été dans son intérêt. La question est trop importante pour que nous nous abstenions de reproduire la défense de la Compagnie.

RAPPORT A L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DES ACTIONNAIRES.

Un incident qui s'est produit récemment dans le sein du Corps législatif n'a sans doute porté aucune atteinte à cette considération traditionnelle des vieilles Messageries, qu'ont affermie pour vous quinze années bientôt d'une exploitation sans reproche. Mais vous n'avez pas

été défendus dans la controverse publique qui s'est inopinément ouverte sur la conduite de vos propres affaires ; et, si nous ne saisissions pas l'occasion qui nous met en présence des juges les plus intéressés à examiner cette conduite, nous pourrions laisser naître des inquiétudes fondées sur la propagation d'erreurs facilement réfutables.

Dans la discussion de l'Adresse d'abord, ensuite à l'occasion de la loi sur la marine marchande, la Chambre a entendu les assertions suivantes.

« *Les Compagnies subventionnées se servent de la subvention pour favoriser le commerce étranger au détriment du commerce national.*

« *La Compagnie des Messageries impériales qui, chaque année, reçoit de l'État, pour douze voyages dans l'Indo-Chine, 7,500,000 fr., c'est-à-dire 625,000 fr. par voyage, porte les soies orientales à Londres au même prix qu'à Marseille.*

« *L'industrie française, que devrait protéger la distance de 1,200 kilomètres entre Marseille et Londres, perd cette protection naturelle par l'effet de tarifs combinés entre les Compagnies investies de monopoles.*

« *Les fabricants de Lyon, au lieu d'avoir un marché sérieux à Marseille, sont obligés d'aller acheter les soies à Londres, par des intermédiaires, pour les ramener à Lyon.*

« *La France ne doit pas payer de subvention à des compagnies qui ne tiennent aucun compte de ses intérêts et amoindrissent ses marchés.*

« *Le Gouvernement doit intervenir au nom des contribuables qui sont les associés de la Compagnie puisqu'ils payent la subvention ; il doit revendiquer pour le commerce français les conditions naturelles, justes et équitables qui lui appartiennent.* »

Ces accusations ont pour point de départ une erreur matérielle.

En fait, il n'est pas exact que les soies chargées en Chine sur vos paquebots soient portées à Londres au même prix qu'à Marseille. Pour Londres, elles sont frappées, au lieu d'expédition, d'une surtaxe ce 160 fr., représentant les frais de transit. Nos connaissements en font foi ; nous avons publiquement offert de les montrer à qui voudrait s'en assurer. Nous avons, d'ailleurs, à l'appui de nos paroles, la preuve morale la plus décisive, une lettre de la Chambre de commerce de Lyon.

Emanant des représentants en titre de ce marché français des soies qu'on nous accuse d'avoir sacrifié, ce témoignage semblerait rendre toute autre explication superflue.

Mais après rectification de l'erreur matérielle, il nous reste le devoir de discuter les doctrines qui nous sont opposées. Dans l'intérêt des rapports que l'avenir réserve à votre entreprise avec le Gouvernement et avec le commerce, nous ne devons pas laisser dénaturer les principes essentiels qui sont la base de vos contrats. Nous énonçons succinctement ces principes :

La Compagnie subventionnée pour le service postal n'est investie d'aucun monopole.

La subvention n'est que la rétribution, fixée par contrat, du service rendu.

L'État n'est pas l'associé de la Compagnie, qui exploite à ses risques et périls, et n'a droit qu'au subside promis, après fidèle exécution de ses engagements.

La subvention couvre la différence calculée entre les produits commerciaux compatibles avec les servitudes inhérentes au service postal et les dépenses de l'exploitation grevée des charges que comporte ce service.

Sous la réserve de ces servitudes, l'entreprise commerciale est et doit être entièrement libre, puisqu'elle subit la libre concurrence de toutes autres entreprises de navigation.

La Compagnie remplit ses devoirs envers l'État, quand elle réalise une navigation sûre et régulière, et qu'elle porte avec honneur en tous lieux le pavillon qui couvre ses navires.

Elle remplit ses devoirs envers le commerce national, si elle favorise de tous ses moyens la circulation des personnes, et si elle attire sous son pavillon le plus grand mouvement possible de matières premières et de marchandises.

Tels sont les devoirs essentiels de toute entreprise de navigation subventionnée pour le service postal.

Vouloir sortir du cercle de ces devoirs, c'est en méconnaître l'importance; c'est s'exposer à sacrifier à des espérances chimériques le but certain où ils conduisent.

Lorsque dans un débat engagé devant la Chambre sur les plus graves affaires du pays, on entend dénoncer comme ayant trahi les intérêts nationaux, une Compagnie vouée depuis quinze ans à servir ces intérêts; lorsqu'on entend, au même moment, émettre la pensée que, plutôt que de continuer les subsides sans lesquels le mouvement d'expansion du commerce national ne pourrait pas être soutenu, mieux vaudrait s'adresser aux paquebots étrangers, en payant le port des correspondances; on se demande si les notions les plus élémentaires sont tout à coup tombées en oubli. Les esprits éclairés ne savent-ils plus déjà le but que se proposent les grands États, quand ils organisent un service de navigation postale; sur quelles bases une telle organisation peut être assise, les sacrifices qu'elle exige et les avantages qu'elle promet en retour. Si familières que soient pour vous ces notions, messieurs, nous vous demandons la permission de les rappeler ici, parce que vous ne serez pas seuls à les recueillir.

Il est évident qu'un État n'aurait avec les contrées dont il est séparé par la mer que des relations incertaines, pour son commerce comme pour sa politique, s'il ne trouvait pas dans les combinaisons d'une na-

vigation rapide, régulière et sûre, l'équivalent des moyens de communication qui se multiplient à terre, de nos jours, entre les nations séparées par les plus grandes distances.

La navigation postale n'assure pas seulement le transport fidèle des correspondances, elle donne au dehors l'idée de la puissance du pays qui l'entretient. Lorsqu'elle joint à la vitesse, à la sécurité, la plus grande somme possible de bien-être pour les passagers, elle incite aux voyages, aux entreprises du commerce, elle rend, au centuple, au pays ce qu'elle lui a coûté.

Une nation qui se cantonnerait systématiquement dans l'isolement, pourrait seule dédaigner ce moyen d'influence. Tout peuple, au contraire, qui attend de la multiplication de ses rapports avec les autres peuples son agrandissement moral et l'accroissement de sa richesse. doit s'appliquer à étendre, sur les mers, ses communications régulières. Cette pensée a inspiré la politique des grands ministres de notre pays qui ont pratiqué le système de la protection, et Colbert en première ligne. Sous le régime de la liberté commerciale, elle n'a rien perdu de son autorité. Les paquebots sont les pionniers du commerce maritime.

Aussi l'Angleterre a-t-elle montré une constante application à étendre ses communications postales à la mer.

Aujourd'hui toute une flotte de steamers porte sur les rivages les plus lointains, les expéditions du libre commerce de l'Angleterre. Néanmoins l'Angleterre persiste à maintenir les avantages décisifs que lui a donnés la navigation périodique et rapide. Elle sait que plus le commerce est actif et répandu dans le monde, plus il a besoin que les correspondances soient rendues à destination promptement et à date fixe. En 1865, elle consacrait encore 22 millions de francs à subventionner les compagnies postales.

Les États-Unis d'Amérique ont depuis longtemps imité l'Angleterre. Ils viennent de donner une preuve frappante de l'intérêt qu'ils attachent à élargir le réseau de leurs communications postales d'outre-mer. Ils pouvaient se tenir satisfaits de l'activité de leur commerce dans les eaux de la Chine et du Japon où le pavillon américain, engagé dans les entreprises privées de navigation à vapeur, joue un rôle presque égal à celui de la marine anglaise. Cependant, en pleine guerre civile, ils n'ont pas hésité à s'imposer la dépense du subside réclamé par l'organisation d'une ligne postale destinée à relier l'Amérique au Japon et à la Chine à travers l'océan Pacifique.

En France, c'est en 1836 que fut créé, dans la Méditerranée, le premier service de navigation à vapeur pour le transport des dépêches. Il réussit du premier coup et seconda puissamment l'influence Française dans le Levant. Mais, organisé en régie, il coûtait cher et ne favorisait pas assez les développements du commerce. L'Angleterre, après essai

du service en régie, avait fait appel, avec succès, au concours des Compagnies de navigation. On fit de même en France. En 1851 fut réalisé avec les Messageries Impériales le premier accord durable pour un service postal subventionné. Le contrat, modelé sur les marchés pratiqués en Angleterre, reposait sur une double base : entreprise commerciale libre et vivant des produits de son exploitation; utilisation par l'État des moyens de transport de cette entreprise, et, à raison des servitudes que le service postal impose, assistance financière calculée pour combler l'écart prévu entre les recettes et les dépenses de l'exploitation. C'est ce qu'on appelle la subvention. Voilà tout le contrat.

Il ne constitue pas un monopole. Tout armateur est en droit d'exploiter votre réseau; la mer est libre. En fait, depuis quinze ans, vous opérez en concurrence avec de puissantes Compagnies étrangères subventionnées, au premier rang : la Compagnie Péninsulaire, le Lloyd autrichien, la Compagnie Russe. L'Italie, l'Espagne, la Turquie, l'Égypte, la Grèce ont des lignes de navigation postale parallèles aux vôtres. Les paquebots de ces Sociétés, les navires des dix Compagnies privées de l'Angleterre, ceux des Compagnies Françaises dont l'importance s'accroît d'année en année, enfin nombre de steamers isolés et la masse des voiliers, vous font également concurrence.

Votre entreprise non plus n'est pas protégée dans le sens que le budget attache à ce mot lorsqu'il l'applique, par exemple, aux encouragements à la pêche maritime. Ce n'est pas le succès de l'exploitation commerciale que la subvention a pour but de garantir ; c'est la complète exécution et la durée du service postal. La subvention n'est que la rétribution du service rendu à l'État.

Le service postal exige la vitesse et la régularité. Il ne peut s'accomplir qu'à l'aide d'un personnel de premier choix et d'instruments perfectionnés. Or ce choix, cette vitesse, cette régularité se payent cher. Les dépenses d'un service dominé par ces exigences sont fort au-dessus de celles que peut supporter la navigation libre, même lorsqu'elle rencontre les chances les plus favorables. Nulle part on n'est encore parvenu à couvrir, avec les seules ressources de l'exploitation commerciale, le surcroît de dépenses inhérent au service postal.

La régularité absolue n'est pas seulement un obstacle à la réalisation des profits; elle peut déterminer les pertes les plus sérieuses en obligeant à naviguer en tout temps, en crise politique ou commerciale, en cours d'épidémie intense. Cette année, le choléra vous a coûté 1,500,000 francs. En 1857, au lendemain de la guerre de Crimée, vos recettes ont décru de 4,500,000 francs comparativement à l'année précédente. Ecartant la part des transports officiels que la paix avait brusquement supprimés, la perte sur les produits commerciaux atteignait 1,800,000 francs.

Une autre obligation imposée à l'entreprise est d'embarquer gratuitement ou à prix réduit les passagers officiels, le matériel et les finances de l'État. Cette obligation prive la Compagnie d'une recette importante. Elle rend à l'État, en épargne, une notable partie de la subvention. Dans la Méditerranée seulement, pendant douze années, de 1854 à 1865, la valeur de ces passages et de ces transports s'est élevée à 27,671,305 francs. Pour chaque année, c'est une somme nette de 2,306,000 francs rendue au Trésor. Il y faudrait joindre le produit de la taxe des correspondances, qui constitue pour l'État une recette directe et n'est pas moindre de 500,000 francs. La somme récupérée atteindrait ainsi 2,800,000 francs par année; et comme la moyenne de la subvention annuelle a été, dans la Méditerranée, de 5,811,000 francs, l'État a recouvré, de ce double chef, près de 50 0|0 du montant de la subvention, réduite en réalité à trois millions de francs.

De ces charges, de ces servitudes vous n'avez pas à vous plaindre; vous devez vous applaudir de l'épargne qu'elles ont ménagée à l'État; mais à une condition : c'est que le service postal une fois garanti, même au prix de vos intérêts commerciaux, vous aurez, pour féconder ces intérêts, toute la liberté que n'interdit pas l'accomplissement du service postal.

Cette liberté, vos contrats vous l'accordent sans restriction. Vous n'êtes tenus à l'établissement d'aucun tarif. Comme tout armateur, vous restez maîtres de fixer les prix du transport, selon les fluctuations de l'offre et de la demande. Si vous avez publié des tarifs, c'est pour la commodité du commerce, mais il ne s'agit pas de tarifs obligatoires.

Un tarif obligatoire se comprend appliqué au chemin de fer qui peut et doit suffire à toutes demandes d'expéditions et n'a pas à redouter de concurrence. Le bénéfice du tarif, en ce cas, est également acquis à tous les intérêts. Il n'en est pas de même s'il s'agit de transports maritimes. Le navire, si grand qu'on le suppose, n'a que des facultés de transport faciles à épuiser. Quand le trafic abonde, les cales ne peuvent recevoir qu'une faible partie du chargement qui s'offre. Par suite, le frêt doit monter : il monte sur les navires des entreprises concurrentes. Obliger la Compagnie postale à l'immobilité ou gêner sa mobilité dans l'échelle des frêts, ce serait l'atteindre dans ses intérêts, sans profit pour le commerce; car cette obligation ne bénéficierait qu'aux négociants en petit nombre qui auraient chargé sur le paquebot. Elle constituerait pour eux une protection exceptionnelle, et un désavantage pour la majorité des négociants qui n'auraient pas pu charger. En cas de stérilité du trafic, la fixité du fret ne serait pas plus équitablement imposée au paquebot-poste; il perdrait toute chance d'être chargé. La ruine de l'exploitation commerciale pourrait être la conséquence de ce traitement d'exception, et par suite la durée du service postal se trouverait compromise.

On a dit que les contribuables étaient les associés de l'entreprise, par le fait qu'ils payent la subvention : c'est une supposition gratuite. La Compagnie Européenne et Australienne en Angleterre, la Compagnie Collins aux États-Unis, la Compagnie Hérout et de Handel, la Compagnie impériale de l'Algérie en France, pour ne citer que ces expériences, ont constaté, dans la ruine qui a frappé leur exploitation, qu'elles n'avaient à réclamer de l'État que la rétribution fixe qu'il leur avait promise en échange de l'accomplissement d'obligations définies. Les Compagnies exploitent à leurs risques et périls, et la liberté pour elles est la conséquence nécessaire de la responsabilité.

Quel est donc le devoir d'une Compagnie subventionnée envers l'État? Quels sont ses devoirs envers le commerce ?

Nous l'avons dit en entrant dans cette discussion : bien remplir les engagements pris; faire un service rapide, régulier et sûr; porter honorablement le pavillon national; voilà ce que la Compagnie doit au pays.

Au commerce national elle doit tout le concours qu'elle peut donner sans mettre en péril son exploitation dont le succès garantit seul la durée du service postal. Le négoce proprement dit lui est interdit par son cahier des charges ; elle n'a donc pas à prendre l'initiative des combinaisons du commerce. C'est au commerce à savoir utiliser les moyens de transport qu'elle tient à sa disposition. Pour elle, un devoir impérieux est de ne pas laisser ces moyens inertes; c'est de ne pas faire naviguer sous le pavillon Français des navires vides à côté de navires Anglais chargés en plein. Elle doit donc attirer à ses paquebots la plus grande circulation possible de voyageurs, le plus grand mouvement de matières premières ou d'objets manufacturés. Si le sol national les donne, le profit est plus direct pour le pays. Mais, si le territoire ne suffit pas à fournir les éléments d'un chargement rémunérateur, la Compagnie servira encore le pays en cherchant l'aliment qui lui manque dans les contrées voisines; c'est-à-dire en sollicitant le transit : car le transit détermine tôt ou tard un trafic propre au territoire qu'il prend l'habitude de traverser.

Le concours le plus utile que la Compagnie peut donner, c'est de frayer au commerce, vers des marchés nouveaux, des routes jusque-là fermées pour lui. Lorsqu'elle prend l'initiative de ces essais, et que, sans en demander à l'État une nouvelle assistance, elle fait servir à un surcroît de parcours accompli librement, l'épargne qu'elle a pu faire sur la subvention dont elle jouit pour ses services obligatoires, alors la Compagnie postale a largement rempli ses devoirs envers le commerce national et mérité peut-être quelque gratitude.

Ces devoirs, messieurs, votre entreprise les a constamment pratiqués. Vos engagements envers l'État ont toujours été scrupuleusement tenus. Vous avez toujours fait plus que vous n'aviez promis.

Partout la navigation de vos paquebots a été régulière. Le meilleur gage de la bonne navigation est la bonne construction des navires, et leur appropriation aux besoins qu'ils doivent desservir. Quarante-quatre paquebots construits dans vos chantiers, ou sur les plans de vos ingénieurs, ont été présentés, depuis 1852, aux commissions d'examen instituées par l'État. Aucun n'a été jugé au-dessous des conditions du cahier des charges. Plus d'une fois, dans vos assemblées, vous avez entendu la lecture des procès-verbaux de ces commissions rendant hommage au mérite de vos ingénieurs et signalant leur œuvre comme honorable pour l'industrie nationale.

CHAPITRE XXIV

HISTOIRE DU *GREAT EASTERN.*

Sommaire :

But des constructeurs. Le *Great Eastern* considéré au point de vue commercial et technique. Causes d'insuccès. Calculs généraux et mérites particuliers de sa construction. Excès de stabilité, violence du roulis qui en est la conséquence ; remède. Vitesse de marche du *Great-Eastern*. Consommation de combustible comparée avec le volume utile transporté. Avaries éprouvées dans le dernier voyage sur New-York. Résumé sur la tentative de Brunel. Succès du *Great-Eastern* dans sa dernière navigation.

Le *Great Eastern* était, assurément, une des entreprises les plus hasardées des temps modernes. Conçue par l'ingénieur qui s'est montré, dans sa brillante carrière, plus préoccupé de l'avenir que du présent, elle avait dépassé les limites de l'actualité.

Ce fut un échec complet au point de vue industriel, mais *le Great-Western*, mais *le Great-Britain*, conceptions du même génie, si longtemps taxées d'aventures, ont aussi été des échecs industriels et n'ont pas tardé à se relever, par le plus brillant succès, et à être dépassées, comme il arrive toujours quand la voie du progrès est frayée.

Le *Great-Western* fut le point d'origine des Compagnies Cunard et du Royal-Mail, dont nous avons décrit l'histoire. Le premier matériel de ces deux entreprises en fut la copie. C'est en 1838 que *le Great-Western*, steamer de 1350 tonneaux, quitta Bristol pour New-York, huit jours après que *le Syrius*,

de 700 tonneaux, avait quitté Cork, et il arrivait à sa destination sept heures seulement après son concurrent. Le problème de la navigation transatlantique, jusqu'à concurrence d'une distance à franchir sans arrêt de 3,046 milles marins, à la vitesse de 8 nœuds 25 par heure, était résolu.

Le *Great-Western* avait encore, à bord, à son arrivée à New-York, cinq jours de combustible ; *le Syrius* avait épuisé le sien et brûlé jusqu'à ses agrès de rechange.

Le *Great-Britain*, construit cinq ans après (1843), a fourni la preuve la plus significative des avantages de l'emploi du fer dans la construction navale et de l'application de l'hélice aux navires de grandes dimensions.

Après un échouage que nous avons raconté (t. 1^er^, pag. 410), qui eût mis en pièces toute autre construction, il fut renfloué sans avoir perdu aucune de ses qualités nautiques, et il est resté, depuis, le plus sûr et le plus régulier des transatlantiques qui desservent les communications directes entre l'Angleterre et l'Australie.

Le *Great-Eastern* fut conçu dans la pensée de desservir l'émigration et le trafic des marchandises entre l'Angleterre et l'Australie. La distance de 11,250 milles nautiques pouvait être franchie en 34 jours 1/2 à la vitesse moyenne de 13ⁿ398 réalisée dans 11 trajets entre Liverpool et New-York. Ce trajet d'Angleterre en Australie s'accomplit aujourd'hui en 41 jours 1/2. La plus grande distance sans arrêt est entre le Cap et King's George Sound 3,300 milles, soit 254 milles de plus que la traversée de New-York à Liverpool, ce qui correspond, pour le *Great-Eastern*, à une consommation de 4,060 tonnes de houille et à une émersion de 1 m. 24 cent.

La consommation totale en combustible étant pour 34 jours 1/2

de 10,200 tonnes, deux arrêts suffisaient sans dépasser un chargement de charbon de 5,000 tonnes, l'un sur la côte d'Afrique ou même à l'île Saint-Vincent, l'autre au Cap.

De l'île Saint-Vincent au Cap, la distance étant de 3,787 milles, cela exigeait 4,650 tonnes, soit 5,500 tonnes de charbon pour parer à toute éventualité

Dans de telles conditions, le *Great-Eastern* pouvait, sans atteindre le tirant d'eau de 8 mètres, prendre un frêt de 6,500 tonnes et les 4,000 passagers pour lesquels ses installations ont été disposées.

Les résultats d'expérience ont-ils sensiblement modifié les bases sur lesquelles Brunel et ses amis avaient fondé cette belle entreprise.

En supposant une vitesse de 12 nœuds au lieu 13"40, obtenue par *le Great-Eastern*, la traversée d'Angleterre en Australie (11,250) s'accomplirait en 39 jours. Le séjour total dans les ports de départ et d'escale pouvant être de 100 jours par voyage, le navire ferait facilement deux voyages complets, ou quatre traversées par an. On espérait par voyage complet 6,000 passagers et 6,500 tonnes de marchandises dans les deux sens.

A des prix favorables, 12,000 passagers fourniraient.	12,000,000 fr.
26,000 tonnes de marchandises et espèces .	4,800,000
Total des recettes annuelles.	16,800,000

La dépense annuelle du *Great-Eastern*, faisant deux voyages complets ou quatre traversées entre l'Angleterre et l'Australie, peut être estimée, en assurance, amortissement et frais d'entretien à 21 pour 100 de son coût de construction estimé à

25 millions, auxquels il faut ajouter 10 pour 100 d'intérêt, soit ensemble 31 pour 100.	7,750,000 fr.
Équipage : salaire et nourriture. . . .	1,115,000
Charbon 45,000 tonnes à 40 fr. . . .	1,800,000
Matières grasses, éclairage.	250,000
Frais de port, pilotage.	320,000
Nourriture de 24,000 passagers, pendant 40 jours.	3,200,000
Frais d'agence et de manutention à l'embarquement et au débarq. de 12,000 tonnes. .	480,000
Dépenses imprévues.	500,000
Total des dépenses.	15,415,000

Ainsi, en supposant le plein en voyageurs à l'aller, et moitié au retour, et 6,500 tonnes en marchandises, malgré les baisses de prix qui ont eu lieu depuis 1858, le but des constructeurs du *Great-Eastern* pourrait encore être atteint. Depuis l'apaisement des recherches aurifères, le mouvement des passagers a diminué. Cependant les échanges entre l'Australie et l'Angleterre étaient, en 1862, de 800,000,000 de francs.

Nous reviendrons plus loin sur ces considérations.

On ne peut détacher de l'histoire du *Great-Eastern* l'exposé de ses conditions théoriques de construction. Les plans qui en ont été publiés nous ayant paru suffisants pour en permettre l'étude approximative, nous l'avons entreprise avec la collaboration de M. Verrine, et nous en donnons ici les résultats en commençant par l'énoncé de ses dimensions générales :

Longueur entre les perpendiculaires	207 m	50
d° sur le pont supérieur.	210	25
Largeur de la coque.	25	30
d° en dehors des tambours des roues. . .	36	65
Creux du pont supérieur à la quille.	17	70
Longueur de la teugue.	42	70
Hauteur d°	2	44

Longueur totale des principaux salons.	122m	»
Hauteur des salons du deuxième pont.	4	20
Nombre de salons.	5	
Hauteur des salons sous le pont supérieur. . .	3	70
Nombre d° d°	5	
Longueur des salons supérieurs.	21	35
Longueur d°. . . . inférieurs.	18	30
Nombre des ponts.	4	
d° des compartiments séparés par des cloisons.	13	
d° d° partiels inférieurs. .	7	
d° de cloisons longitudinales dans toute la longueur du navire.	2	
Hauteur des cellules entourant la carène . . .	0m	86
Épaisseur des plaques formant la quille.. . . .	0	254
d° du bordé et du vaigrage	0	99
d° des cloisons.	0	0127
d° des tôles du pont supérieur.	0	0127
Poids total du fer dans la construction.	10 000tx	
Nombre de rivets employés dans la construction.	3 000 000	
Tonnage.	22tx 500	
Poids en charbon et en cargaison.	18 000	
Poids du navire au moment du lancement.. . .	12 000	
Immersion	4 m	73
Tirant d'eau en charge.	9	15
d° lége..	6	10
Installations pour les passagers de 1re classe. .	800	4 000
d° d° 2e d°. . .	2 000	
d° d° 3e d°. . .	1 200	
Nombre de militaires pouvant être transportés..	10 000	
Nombre d'ancres	10	
Poids des ancres et des chaînes.	253tx	

MACHINES A ROUES.

Nombre de révolutions par minute.	12	
Puissance nominale en chevaux	1 000	
Nombre des cylindres	4	
Diamètre d°	2m	26
Course. d°	4	27
Pression	1 k	76
Nombre de chaudières.	4	
Surface de chauffe.	780 m2	
Diamètre des roues motrices	17m	70

Hauteur des cheminées	30m 50
Longueur des pales	3 97
Poids des roues	90tx
Nombre des fourneaux	40

MACHINE A HÉLICE.

Nombre de révolutions par minute	48
Puissance nominale en chevaux	1 600
Nombre des cylindres	4
Diamètre. dº	2m 56
Course. dº	1 2,
Nombre des chaudières	6
Pression	1 k 76
Nombre des fourneaux	72
Surface de chauffe	1 175 m2
Diamètre de l'hélice	7 m 32
Hauteur des cheminées	30 m 50
Nombre d'ailes de l'hélice	4
Poids de l'hélice	60tx
Pas de l'hélice	11 m 30

La carène tout entière du *Great Eastern* est composée de cellules fermées par les tôles du bordé et du vaigrage. Le pont supérieur est également de forme cellulaire; il est complétement ras et n'offre de saillies que les claires-voies de communication avec l'intérieur.

Le *Great Eastern* a six mâts : trois en fer, trois en bois. Leur diamètre varie de 1m07 à 0m85cm. Leur hauteur est de 50 ou 69 mètres. La surface de voilure est de 5,400m2. Le gréement fixe est en câbles de fil de fer.

Les machines à roues sont à cylindres oscillants. Elles peuvent marcher séparément.

Les machines à hélice sont à quatre cylindres horizontaux.

Le *Great-Eastern* est muni, en outre, de deux machines de 70 chevaux pour les divers services du navire et même pour mener l'hélice au besoin; de deux autres machines de 10 chevaux et de deux machines d'alimentation de force semblable.

Surface de la flottaison du Great Eastern *pour les tirants d'eau de* 9^m15, 6^m71, 4^m27 et 1^m83.

Le tracé des lignes d'eau du *Great Eastern*, exécuté d'après la méthode de Scott Russell, rendait facile le calcul des surfaces des diverses flottaisons et du déplacement correspondant.

La longueur du *Great Eastern* est de 207^m40 à la flottaison au tirant d'eau de 9^m15. La surface, dans ce cas, est de 3,900 mètres carrés.

De la première à la cinquième ligne d'eau, les surfaces décroissent comme suit :

1re	ligne d'eau à	9^m15	. . . . .	$3\ 900^{m2}$
2e	»	» $6\ 71$	. . . . .	$3\ 600$
3e	»	» $4\ 27$	. . . . .	$3\ 150$
4e	»	» $1\ 83$	. . . . .	$2\ 400$
5e	»	»	. . . . .	$1\ 550$

MOMENT D'INERTIE DU PLAN DE FLOTTAISON

Valeur de ce moment I pour les différents tirants d'eau de 6^m70 *et* 9^m15.

La somme des cubes de demi-ordonnées de la flottaison de 9^m15 est égale à 42,673.

On a le moment d'inertie de la surface par la formule :

$$I = \frac{2\,(\Sigma\, y^3)\, x}{3}$$

dans laquelle, d'après l'épure : $(x = 6,1,)$

$$I = 173\ 680$$

Pour le tirant d'eau de 6^m71, les mêmes calculs donnent pour :

$$I = 148\ 630$$

Déplacement en tonnes par tranches horizontales.

Au moyen des surfaces des flottaisons, on peut facilement

calculer le volume de chaque tranche, en prenant la moyenne de deux surfaces consécutives, et en multipliant cette surface moyenne par l'intervalle des deux surfaces.

On aura ainsi, pour la première tranche, qui a 2^m44 d'épaisseur :

Volume V = 9150 mètres cubes	
Le poids P = 9150 × 1,025 (Eau de mer).	9 380 tonnes.
Pour la deuxième tranche, dont l'épaisseur est également 2^m44	
V = 8234 mètres cubes	
P = 8234 × 1,025 =	8 440 »
Pour la troisième, qui a aussi 2^m44 d'épaisseur.	
V = 6772 mètres cubes	
P = 6772 × 1,025 =	6 940 »
Enfin, pour la dernière tranche, qui n'est épaisse que de 1,830	
V = 3615 mètres cubes.	
P = 3615 × 1,025 =	3 700 »
Déplacement total.	28 460 tonnes.

Le *Great Eastern* est donc construit pour un déplacement de :

28 500	tonnes	pour un tirant d'eau de	30 p^{ds} ou	9	15
19 080	»	»	22 p^{ds} —	6	71
10 640	»	»	14 p^{ds} —	4	29
3 700	»	»	6 p^{ds} —	1	83

Échelles des surfaces et des déplacements en tonnes.

Pour construire l'échelle des surfaces, on prend sur une verticale AB, cinq points, ACDEB dont les quatre premiers sont espacés de 8 pieds ou 2^m43 (pl. 35, fig. 3 et 4); les deux derniers étant espacés de 6 pieds seulement, 1^m83. Par ces points de division on mène des droites sur lesquelles on porte des longueurs proportionnelles aux chiffres $3{,}900^{m^2}$, $3{,}600^{m^2}$, 3150^{m^2}, $2{,}400^{m^2}$ et $1{,}500^{m^2}$, trouvés page 221.

L'échelle (fig. 3) est construite en prenant les mêmes divisions verticales et en portant sur les horizontales les longueurs pro-

portionnelles aux déplacements, 28,500^t, 19,080^t, 10,640^t, et 3,700 tonnes.

Ces échelles servent à déterminer sans calcul la surface ou le déplacement correspondant à un tirant d'eau donné ou réciproquement.

TIRANT D'EAU MOYEN.

Le tirant d'eau moyen des diverses traversées accomplies par *le Great-Eastern* est de 7^m50, ce qui correspond à un déplacement de 22,500 tonnes. Pour avoir ce déplacement, il suffit de porter sur l'échelle (fig. 3) la cote 7^m50; une horizontale menée par ce point donne $11\frac{2^m}{m}5$, ce qui correspond, à l'échelle, à 22,500 tonnes.

SITUATION DU CENTRE DE CARÈNE.

Ces calculs n'étant pas d'une rigoureuse exactitude à cause des chances d'erreur, d'ailleurs légères, qu'offre le dessin, on peut simplifier l'étude des centres de carène en faisant une hypothèse qui s'écarte un peu de la vérité, mais pas assez cependant pour altérer d'une manière sensible le résultat.

Supposant que les tranches sont des volumes complétement rectangulaires dont le centre de gravité est situé au milieu de la hauteur, il suffira de prendre les moments des différentes tranches, par rapport à la flottaison en charge, par exemple, pour avoir la position du centre de gravité de forme.

Situation du centre de carène pour un tirant d'eau de 30 *pieds* $= 9^m15$.

On a, pour les moments :

1re tranche		9 380	× 1 22	=	11 443
2e	de	= 8 448	× 3 66	=	30 890
3e	de	= 6 940	× 6 10	=	42 334
4e	de	= 3 700	× 8 24	=	30 488
	ΣP	= 28 500		ΣM =	115 155

$$Y = \frac{\Sigma M}{\Sigma P} = \frac{115\,155}{28\,500} = 4^m040$$

Ainsi donc, pour le cas du tirant d'eau de 9m150, le centre de carène est situé à 4m040 de la flottaison et à 5m110 du fond du navire.

Situation du centre de carène pour un tirant d'eau de 7m50, avec un déplacement de 22,000 tonnes.

Pour déterminer la position du centre de carène par rapport au fond du navire, à 7m50 de tirant d'eau, cherchons d'abord le poids de la tranche qui se trouve au-dessus des 22 pieds ou 6m70. Ce poids est égal à (22,500 tonnes — 19,000 =) 3,500t; sa hauteur de (7m50 — 6m70 =) 0m80; son centre de gravité à 0m40.

Une épure (fig. 4) suffit alors pour fixer les distances des centres de gravité des tranches à l'axe des moments qui est encore ici le plan de flottaison.

1re tranche	3 500 × 0 40 = ...	1 400
2e d°	8 440 × 2 02 = ...	17 150
3e d°	6 940 × 4 46 = ...	30 950
4e d°	3 700 × 6 60 = ...	24 420
Σ P =	22 500	Σ M =	73 920

$$Y = \frac{\Sigma M}{\Sigma P} = \frac{73\ 900}{22\ 500} = 3^{m}\ 30$$

Le centre de gravité de carène est donc :

7 m. 50 — 3 m. 30 = 4 m. 20 du fond.

Centre de carène pour un tirant de 22 pieds = 6m71, avec un déplacement de 19,000 tonnes.

On prendra les moments des trois tranches qui restent et dont les poids et les distances sont indiqués à la page .

1re tranche	8 440 × 1 22 = ...	10 297
2e d°	6 940 × 3 66 = ...	25 400
3e d°	3 700 × 5 80 = ...	21 460
Σ P =	19 080	Σ M = . . .	57 157

$$Y = \frac{\Sigma M}{\Sigma P} = \frac{57\ 157}{19\ 080} = 3\ \text{m. du fond.}$$

Le centre de carène est donc situé, dans ce cas, à 3^{m} de la flottaison, pour le tirant d'eau de 6^{m}71 ; il se trouve, dans ce cas, à 3^{m}71 du fond du navire.

DISTANCE DU MÉTACENTRE

au centre de carène pour le tirant d'eau de 9^{m}15, c'est-à-dire pour un déplacement de 28,500 tonnes.

La somme des cubes des demi-largeurs de la flottaison en charge de 28,500 tonnes, donnant un tirant d'eau de 9^{m}15, a été déterminée. La formule qui donne la distance du métacentre au centre de carène est :

$$CO = \frac{2}{3} \Sigma \frac{Y^3 \lambda}{D}$$

dans laquelle ΣY^3 est la somme des cubes des demi-ordonnées de la flottaison = 42,673 ;
X l'intervalle des deux ordonnées = 6^{m}10.
O le déplacement = 28, 500^{t}.

$$\text{On trouve ainsi } CO = \frac{2 \times 42\,673 \times 6,1}{3 \times 28\,500} = 6\text{ m. }099$$

Le centre de carène étant (page 224) situé à 5^{m}11 du fond du navire, le métacentre sera situé à (6^{m}09 + 5^{m}11) = 11^{m}20 du fond, c'est-à-dire à (11,20 — 9^{m}5) = 2,05 de la flottaison.

Distance du métacentre au centre de carène, pour le tirant d'eau moyen de 7^{m}50, et pour un déplacement de 22,500 tonnes.

Afin de n'être pas obligé de faire une nouvelle ligne d'eau à la hauteur de 7^{m}50, nous admettrons que la somme des cubes des ordonnées de cette surface est une moyenne entre celle des cubes de la flottaison de 9^{m}15 et celle de 6^{m}71.

En effet, 7^{m}50 est à peu près la moyenne de ces deux chiffres.

On aura donc :

$$\Sigma Y^3 = \frac{36\,518 + 42\,673}{2} = 39\,595$$

soit 39,600 en nombres ronds.

L'intervalle des ordonnées est toujours 6m1.

Le déplacement = 22,500 tonnes;

Le calcul donne pour :

$$CO = 7 \text{ m.}$$

Le métacentre est donc, pour ce cas, situé à 7m au-dessus du centre de carène, et par conséquent à (7m + 4m20, p. 224) 11m20 au-dessus du fond.

On retrouve là le premier chiffre déjà trouvé pour le déplacement de 28,500 tonnes. On en conclut que, dans les limites du déplacement du *Great-Eastern*, de 28,500 tonnes à 22,500 tonnes, le métacentre est situé à la hauteur invariable de 11m20 au-dessus du fond du navire.

Est-ce là un résultat cherché et obtenu par Bell et Froude. qui ont si savamment aidé Brunel dans les calculs de son navire ?

Distance du métacentre au centre de carène pour le tirant d'eau de 6,71, et pour un déplacement de 19,000 tonnes.

La somme des cubes des demi-ordonnées de la flottaison de 6m71 est égale à 36,518 = ΣY^3.

L'intervalle des ordonnées est toujours le même et égal à 6m1 = X.

Le déplacement est de 19,000 tonnes = D :

On mettra ces différentes valeurs dans la formule :

$$CO = \frac{2 \times \Sigma y^3 \times x}{3 \quad D}$$

Cela donnera :

$$CO = 7 \text{ m. } 86$$

Le métacentre est ici un peu plus élevé que dans le cas précédent, au-dessus du centre de carène; cela s'explique, car la somme des cubes a très-peu diminué, tandis que le déplacement s'est réduit de 28,500 à 19,000 tonnes. Le dénominateur a donc diminué, tandis que le numérateur est resté le même. Par conséquent CO devait augmenter. Le centre de carène est situé à 3^m71 du fond du navire (page 225), le métacentre est donc, dans ce cas à $(7^m8 + 3^m71) = 11^m51$ du fond.

Il était à 11^m20 pour le déplacement de 28,500 tonnes; il a donc monté de 0^m31 pour celui de 19,000 tonnes. La différence est insignifiante.

Ceci prouve le peu d'influence, dans le *Great-Eastern*, de la hauteur des murailles sur la stabilité, puisque le métacentre reste le même, quoique la muraille ait 2^m44 de plus, au-dessus de la flottaison, dans le second cas que dans le premier.

Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'extrême importance de ce résultat, tant au point de vue de la sécurité, qu'à celui de l'ampleur des installations et du confortable qui en peut résulter.

STABILITÉ DE FORME.

La *stabilité de forme* est le produit du déplacement du navire par la distance du métacentre au centre de carène :

$$P \times CO$$

CO s'obtient en divisant le moment d'inertie de la surface de flottaison du navire par le poids du navire :

$$\frac{I}{P} \text{ (page 221)}$$

On voit que ce que l'on appelle la stabilité de forme est tout simplement le moment d'inertie des surfaces de flottaison, et que, par conséquent, la hauteur du métacentre ne dépend absolument que de la forme du navire à la flottaison. On sait que

le moment d'inertie d'un losange de même largeur et de même longueur est quatre fois plus petit que celui du rectangle :

$$:: \frac{b\,a^3}{12} : \frac{b\,a^3}{48}.$$

Par suite, la distance du métacentre au centre de carène serait quatre fois plus grande pour le rectangle que pour le losange. I a été calculé (page 225) par la formule générale :

$$\frac{2\,(\Sigma\,y^3)\,x}{3\,D}$$

dans laquelle 1/1, 1/2, 1/3, 1/4, etc., sont les demi-largeurs à la flottaison, toutes espacées de la quantité X. Et la stabilité de forme, par rapport à l'axe longitudinal est alors :

		STABILITÉS DE FORME.
Pour un tirant d'eau de	9m 15	— 170 700
» »	7m 50	— 156 000
» »	6m 71	— 146 000

9m 15 et 6m 71 sont les tirants d'eau maximum et minimum que le *Great-Eastern* soit destiné à prendre.

Comparaison des stabilités de forme du Great-Eastern avec celle des navires transatlantiques.

Choisissons un des derniers types de navires en fer et à roues que les Compagnies Transatlantiques ont fait construire dans les dimensions suivantes :

Longueur.	110m	»
Largeur à la ligne d'eau.	14	»
Le tirant d'eau au départ.	6	70
Le tirant d'eau à l'arrivée.	5	80
Tirant d'eau lége.	5	20

Les chiffres suivants exprimeront la stabilité de forme correspondante au déplacement, au retour, quand le navire ne

contient que 100 à 150 tonnes de charbon, et 400 tonnes de marchandises, et au déplacement minimum :

Pour 5m20, $I = CO \times V = 2\ 86 \times 4590 = 13\ 127$
Pour 5m80, $I = CO' \times V' = 2\ 88 \times 5120 = 14\ 646$
Pour 6 70, $I = CO \times V'' = 2\ 91 \times 6590 = 18\ 815$

Ces chiffres s'appliquent approximativement aux divers navires construits sur un modèle très-rapproché de celui de l'*Atrato*.

Nous avons vu ce que sont les stabilités de forme pour *le Great-Eastern* (page 228) :

Pour sa charge *maximum*, la stabilité de forme du *Great-Eastern*, comparée à celle des Transatlantiques, est :

$$\frac{170}{18} = 9,45$$

neuf fois et demie plus considérable.

Pour leur charge à l'arrivée, le rapport

$$\frac{1560}{146} = 10,5$$

Il ne faut pas conclure de là que la stabilité de forme des navires transatlantiques actuels s'accroisse à mesure qu'ils s'allégent. Il ne s'agit ici que d'une comparaison entre des dimensions de navires, et de la conséquence de ces dimensions.

SURFACES IMMERGÉES AU MAITRE BAU,

Pour les trois tirants d'eau 6m70, 7m90 *et* 9m15, *et les déplacements correspondants, c'est-à-dire* 19,000, 22,500 et 28,500 tonnes.

Numéros des tranches	Largeur en millim. carrés sur l'épure	Largeur correspondante	Somme des largeurs	Largeur moyenne de chaque tranche	Hauteur des tranches	Surfaces partielles des tranches	Tirants d'eau	Surfaces immergées pour les tirants d'eau ci-contre
1re	132	26.4	52m 6	26m 3	1m 22	32m 08	9m 15	211m2 43
	131	26.2						
2e	131	26.2	52 »	26 »	1 22	31 71	7 93	179 35
	129	25.8						
3e	129	25.8	51 »	25 5	1 22	31 11	6 71	147 63
	126	25.2						
4e	126	25.2	49 6	24 8	1 22	30 26	5 49	116 52
	122	24.4						
5e	122	24.4	47 1	23 7	1 22	28 91	4 27	86 26
	115	23 »						
6e	115	23 »	43 6	21 8	1 22	26 60	3 05	57 35
	103	20.6						
7e	103	20.6	38 »	19 »	0 915	17 39	1 83	30 75
	87	17.4						
8e	87	17.4	29 2	14 6	0 915	13 36	0 915	13 36
	59	11.8						

VARIATIONS DE LA DURÉE DES OSCILLATIONS

Correspondant aux variations simultanées du rayon de gyration et du levier de stabilité.

La formule qui donne la relation entre la durée de l'oscillation, t, le rayon de gyration, r, et le levier de la stabilité λ, c'est-à-dire la hauteur du métacentre au-dessus du centre de gravité est :

$$t = \frac{r}{\sqrt{\lambda}}$$

Connaissant la durée de l'oscillation et la longueur du rayon de gyration, on peut calculer la distance du métacentre au centre de gravité.

On a su, par les discussions publiques auxquelles a donné lieu le roulis du *Great-Eastern*, que la durée de l'oscillation était ou de 10 ou de 5 secondes, suivant qu'elle était comprise comme simple ou double : ce que M. Scott-Russel n'indiquait pas dans sa publication.

Il est inutile de dire qu'une durée de 10 secondes, pour une oscillation simple, semblait bien extraordinaire à ceux qui pouvaient apprécier le rapport de la largeur du navire à ses autres dimensions.

Le rayon de gyration peut être d'environ 8 mètres.

En mettant ces chiffres dans la formule on a, dans les deux cas, pour

$$\sqrt{\lambda} = \frac{r}{t}$$

$$\lambda = \frac{r^2}{t^2} = \frac{8^2}{10^2} = \frac{64}{100} = 0^m\ 64$$

$$\lambda = \frac{r^2}{t^2} = \frac{8^2}{5^2} = \frac{64}{25} = 2^m\ 56$$

Ainsi, dans l'hypothèse d'une durée d'oscillation simple de 10 secondes, le centre de gravité ne serait situé qu'à 0^m64 au-dessous du métacentre, c'est-à-dire :

$$11\text{ m. }20 - 0\text{ m. }64 = 10\text{ m. }56$$

au-dessus du fond du navire.

Dans la seconde hypothèse, celle d'une durée de 5 secondes pour une oscillation simple, le centre de gravité est de 2^m56 au-dessous du métacentre, c'est-à-dire :

$$11\text{ m. }20 - 2{,}56 = 8\text{ m. }64$$

au-dessus du fond du navire.

Il semble donc évident *à priori* que la durée vraie de l'oscillation simple doit être 5 et non 10 secondes, puisque, dans cette dernière hypothèse, le centre de gravité ne serait situé qu'à 0^m64 du métacentre, ce qui pourrait être fort dangereux dans le cas d'une forte inclinaison.

Cherchons d'abord la position du centre de gravité correspondant à une oscillation donnée.

Il y a, dans cette méthode, une chance d'erreur que nous in-

diquerons et qu'il faut éviter. La durée de l'oscillation étant supposée connue, et la valeur de r, on peut en conclure la hauteur du centre de gravité, puisque c'est λ qui est cherché, et que la hauteur du métacentre est connue. Si on augmente, par supposition, le rayon de gyration, en conservant la même valeur du temps de l'oscillation, on trouvera une valeur différente de λ, ce qui indique que le centre de gravité a baissé. Mais ce résultat serait inexact, puisque, quand on augmente simplement le rayon de gyration en écartant les poids de l'axe du navire, on ne change en rien la position du centre de gravité, c'est là la chance d'erreur que nous signalions. Il faudrait, pour connaître les variations de λ pour des variations de r, ne pas supposer t constant, mais au contraire le faire varier avec r. Or, on ne connaît pas les variations de t correspondant à celles de r; il est donc impossible de faire un tableau des différentes hauteurs du centre de gravité nécessaires pour obtenir une durée d'oscillation donnée.

Mais si on se donne une valeur de λ constante (1^m par exemple), on pourra calculer les variations de durée d'oscillation correspondant à différents rayons de gyration avec la même valeur de λ. On pourra prendre une nouvelle valeur de λ et chercher encore les nouvelles valeurs de t pour des rayons de gyration différents. On pourra, en un mot, faire un tableau qui donnera les durées d'oscillation résultant d'une distance donnée du centre de gravité au métacentre et d'un rayon de gyration donné.

Si l'on connaît la durée de l'oscillation d'un navire et son rayon de gyration, il suffira de chercher cette même durée dans la tranche horizontale qui correspond au rayon de gyration donné, et on lira en haut de la durée de l'oscillation la longueur du bras de levier correspondant.

Exemple : *le Great-Eastern* a une durée d'oscillation de 5 secondes et un rayon de gyration de 8 mètres ; quelle est la situa-

tion de son centre de gravité? On cherche d'abord $r = 8$, et dans la ligne horizontale on trouve $t = 5^{mm}\ 06$; on lit en haut de la colonne verticale 2^m50 distance entre le métacentre et le centre de gravité, et 8^m70 pour la position du centre de gravité au-dessus du fond : soit ensemble 11^m20.

Le tableau suivant est fait spécialement pour *le Great-Eastern*. Ce navire a, comme on le sait, son métacentre à 11^m20 et son centre de carène en charge à 5^m11 du fond (page 224), pour un déplacement de 28,000 tonnes et un tirant d'eau de 9^m15, ainsi que pour les autres déplacements. Il est peu probable que le centre de gravité descende jamais au-dessous du centre de carène, par conséquent la limite des valeurs de λ est comprise entre 0 et 6 mètres.

Or, c'est probablement vers la flottaison que se trouve le centre de gravité, aussi prendrons-nous, dans ce voisinage, des valeurs de λ variant de 0^m50 seulement.

Ce tableau indique les positions respectives du métacentre et du centre de gravité pour tous les tirants d'eau, puisque le métacentre a une position indépendante du déplacement.

DISTANCES SUPPOSÉES ENTRE LE MÉTACENTRE ET LE CENTRE DE GRAVITÉ.

	$\lambda = 1^m$ »	$\lambda = 1^m$ 50	$\lambda = 2^m$ »	$\lambda = 2^m$ 25	$\lambda = 2^m$ 50	$\lambda = 3^m$ »	$\lambda = 3^m$ 50	$\lambda = 4^m$ »	$\lambda = 5^m$ »	$\lambda = 6^m$ »
HAUTEURS DU CENTRE DE GRAVITÉ AU-DESSUS DU FOND POUR TOUS LES DÉPLACEMENTS DU GREAT-EASTERN.										
	$h = 10^m$ 20	$h = 9^m$ 70	$h = 9^m$ 20	$h = 8^m$ 95	$h = 8^m$ 70	$h = 8^m$ 20	$h = 7^m$ 70	$h = 7^m$ 20	$h = 6^m$ 20	$h = 5^m$ 20
	$t = \frac{r}{\sqrt{\lambda}} = \frac{6}{1}$	$t = \frac{6}{1,23}$	$t = \frac{6}{1,414}$	$t = \frac{6}{1,549}$	$t = \frac{6}{1,58}$	$t = \frac{6}{1,72}$	$t = \frac{6}{1,87}$	$t = \frac{6}{2}$	$t = \frac{6}{2,236}$	$t = \frac{6}{2,45}$
$R = 6^m$ »	6″ »	4″ 87	4″ 25	4″ »	3″ 80	3″ 47	3″ 21	3″ »	2″ 68	2″ 45
R = 6 50	6 50	5 28	4 60	4 33	4 12	3 76	3 47	3 25	2 92	2 65
R = 7 »	7 »	5 68	4 95	4 66	4 43	4 05	3 74	3 50	3 13	2 85
R = 7 50	7 50	6 09	5 30	5 »	4 75	4 34	4 »	3 75	3 36	3 08
R = 8 »	8 »	6 50	5 65	5 33	5 06	4 63	4 28	4 »	3 57	3 26
R = 8 50	8 50	6 90	6 »	5 66	5 38	4 92	4 55	4 25	3 80	3 46
R = 9 »	9 »	7 30	6 36	6 »	5 70	5 20	4 81	4 50	4 03	3 67
R = 9 50	9 50	7 70	6 72	6 33	6 »	5 50	5 08	4 75	4 25	3 87
R = 10 »	10 »	8 12	7 08	6 66	6 32	5 80	5 35	5 »	4 47	4 08
R = 10 50	10 50	8 50	7 42	7 »	6 65	6 25	5 62	5 25	4 70	4 30

DURÉE D'OSCILLATION D'UN NAVIRE TRANSATLANTIQUE

Correspondant à un levier de stabilité λ *donné, et à un rayon de gyration* r *donné.*

Nous supposons à ce navire transatlantique les conditions suivantes :

Tirant d'eau lège.	5^m20
Déplacement correspondant.	5, 190^{tx}
Distance du centre de carène à la flottaison. .	2^m23

La hauteur CO du métacentre latitudinal au-dessus du centre de carène s'obtient par la formule

$$CO = \frac{\frac{2}{3}(\Sigma y^3)\, x}{V} = 2{,}86$$

On conclut de ces calculs :

Distance du centre de carène au fond du navire

$$(5^m20 - 2^m23) = 2^m97.$$

Hauteur du métacentre au-dessus du fond du navire

$$(2^m97 + 2.86), = 5{,}83.$$

Au moyen de ces données, et en se servant de la formule :

$$t = \frac{r}{\sqrt{\lambda}}$$

on peut calculer quelle sera la durée d'une oscillation pour une position donnée du centre de gravité, et pour un rayon de gyration donné.

C'est en retranchant de 5^m83 les différentes valeurs supposées de λ, qu'on a les hauteurs du centre de gravité correspondant à un levier de stabilité donné. Et alors le titre du tableau peut s'écrire sous cette forme :

Durée des oscillations simples correspondant à une hauteur de centre de gravité donnée.

Il n'est pas probable que le centre de gravité descende jamais plus bas que le centre de carène. Par conséquent, les variations de λ sont comprises entre 0^m, et $2^m 86$. D'autre part, le rayon de giration R peut varier entre 1^m et 6^m au maximum.

Durée des oscillations simples d'un navire transatlantique, correspondant à une hauteur de centre de gravité donnée.

	LONGUEURS DU LEVIER DE STABILITÉ λ								
	λ = 0, 50	λ = 0, 75	λ = 1m »	λ = 1m 25	λ = 1m 50	λ = 1m 75	λ = 2m »	λ = 2m 25	λ = 2m 50	λ = 2m 86
HAUTEURS DU CENTRE DE GRAVITÉ AU-DESSUS DU FOND DU NAVIRE.										
	h = 5m 33	h = 5m 08	h = 4m 83	h = 4m 58	h = 4m 33	h = 4m 08	h = 3m 83	h = 3m 58	h = 3m 33	h = 2m 97
	$t = \frac{1,00}{0,76}$	$t = \frac{1,00}{0,78}$	$t = \frac{1,00}{1,03}$	$t = \frac{1,00}{1,12}$	$t = \frac{1,00}{1,23}$	$t = \frac{1,00}{1,32}$	$t = \frac{1,00}{1,41}$	$t = \frac{1,00}{1,50}$	$t = \frac{1,00}{1,68}$	$t = \frac{1,00}{1,69}$
R = 1m »	14″ 30	11″ 50	1″ »	0″ 89	0″ 81	0″ 76	0″ 71	0″ 67	0″ 63	0″ 59
R = 1 50	21 05	17 25	1 50	1 34	1 22	1 14	1 06	1 »	0 95	0 89
R = 2 »	28 40	23 »	2 »	1 80	1 62	1 52	1 41	1 34	1 27	1 19
R = 2 50	35 40	28 75	2 50	2 23	2 04	1 90	1 77	1 67	1 58	1 48
R = 3 »	42 50	29 50	3 »	2 68	2 43	2 27	2 12	2 »	1 90	1 78
R = 3 50	49 50	40 25	3 50	3 12	2 85	2 65	2 47	2 34	2 22	2 08
R = 4 »	56 75	46 »	4 »	3 58	3 25	3 03	2 83	2 67	2 53	2 37
R = 4 50	63 75	51 80	4 50	4 »	3 65	3 41	3 18	3 »	2 85	2 67
R = 5 »	71 »	57 50	5 »	4 48	4 06	3 78	3 54	3 33	3 17	2 96
R = 5 50	78 »	63 »	5 50	4 90	4 47	4 17	3 89	3 67	3 48	3 26

DU ROULIS A LA LIGNE DES PAVOIS

du Great-Eastern et d'un Transatlantique pour des inclinaisons de 20°.

M. Scott Russell nous a confirmé l'exactitude de nos calculs sur la durée d'oscillation du *Great-Eastern*, avant que le mémoire de Froude ait été publié.

Pour le *Transatlantique*, on supposera le même angle et une durée d'oscillation de 4 secondes.

Pour tous deux on admettra que le rayon de rotation est égal à la demi-largeur; c'est-à-dire 12m50 pour le *Great-Eastern*, et 6m pour le *Transatlantique*.

Une inclinaison de 20° suppose et entraîne pour l'arc décrit par leurs parois une amplitude de 40°, c'est-à-dire 20° au-dessous de l'horizontale, et 20° au-dessus; c'est-à-dire une inclinaison totale double.

Great-Eastern, chemin parcouru = 8m72.

La vitesse est de 1m744 par seconde.

Pour *le Transatlantique*, dont la 1/2 largeur est de 6m, on aura, pour une inclinaison de 40° :

Chemin parcouru = 4 mètres.

Pour une durée d'oscillation de 4 secondes, la vitesse par seconde sera de 1 mètre.

En résumé : la vitesse des parois du *Great-Eastern*, pour un inclinaison de 20° et une durée d'oscillation de 5″, sera de 1m75 par seconde.

Pour le *Transatlantique*, inclinaison de 20° et 4″ de durée d'oscillation. La vitesse par seconde = 1 mètre.

Ces chiffres sont des résultats minima, puisque l'on admet que l'arc décrit n'est que le double de 20°, tandis qu'en réalité et en vertu de la puissance vive accumulée dans le mouvement, l'inclinaison angulaire totale, ou plutôt l'arc total décrit par les parois, sera probablement plus grand que 45°. Si, cependant, le

navire avait une quille proportionnée à ses dimensions, l'amplitude du mouvement ne serait certainement pas si hors de proportion avec l'inclinaison maximum des vagues.

Il n'y a donc pas lieu d'être surpris de la terreur profonde qu'ont éprouvée les passagers du *Great-Eastern*, même les plus habitués à la mer, devant la vitesse exceptionnelle du mouvement dans l'arc décrit par les parois.

MOMENTS D'INERTIE.

Du plan de flottaison pour des inclinaisons de 5, 10, 20 et 30 degrés.

Au tirant d'eau moyen de 7m50 qui correspond à un déplacement de 22,500 tonnes, le moment d'inertie du plan de flottaison est égal à 160,000 tonnes (page 221).

Les moments d'inertie du même plan de flottaison pour différentes inclinaisons s'obtiennent en multipliant cette valeur de I par le rapport des cubes des largeurs à la flottaison du navire au maître-bau, pour le cas de la position horizontale et dans les positions inclinées. Mais, pour éviter l'erreur résultant de l'inexactitude de l'*échelle* du dessin, on multipliera I par le rapport du cube des largeurs en millimètres mesurés directement sur le dessin. On aura ainsi :

Inclinaison.			Moment d'inertie.
5°	I′	=	160 000
10°	I′	=	163 680
20°	I′	=	167 440
30°	I′	=	175 040

SURÉLÉVATION DU MÉTACENTRE.

Resultant d'inclinaisons de 5, 10, 20 et 30 degrés.

On a, pour le cas de l'horizontalité du navire :

$$CO = \frac{I}{V} = \frac{160\,000}{22\,500} = 7 \text{ m. } 11$$

On a de même, pour les différentes inclinaisons :

à	5°	CO	=	7 m. 110
	10°	CO	=	7 275
	20°	CO	=	7 400
	30°	CO	=	7 777

Par conséquent, le métacentre s'est élevé .

pour	5°	de 0	m. 000
	10°	0	165
	20°	0	290
	30°	0	667

Il faut retrancher de ces chiffres la hauteur dont le métacentre *descend* pendant l'inclinaison, c'est-à-dire dont le centre de gravité se rapproche du métacentre par suite de l'inclinaison. Nous l'évaluerons approximativement à :

100	m/m	pour 10°
200		» 20°
500		» 30°

Force en kilogrammètres agissant pour ramener le Great-Eastern incliné à la position horizontale.

La durée d'oscillation du *Great-Eastern* pour un chargement moyen, est de 5 secondes à 5 secondes 1/2. Nos calculs nous avaient conduit à ce résultat que le mémoire de Froude a confirmé plus tard.

Nous avons supposé que son rayon de gyration peut être évalué assez approximativement à 8m. Si on consulte le tableau, on trouve que ces valeurs de r et de la durée d'oscillation, t, correspondent à une valeur de λ de 2m25 à 2m50, soit 2m40.

λ deviendra donc, pour les inclinaisons considérées, pour :

5°	λ	=	2 m. 400
10°	λ	=	2 500
20°	λ	=	2 600
30°	λ	=	2 900

On peut, avec ces éléments, calculer la force en kilogrammètres qui tend à ramener le navire incliné à la position horizontale, et qui est, comme on le sait :

$$P \lambda \sin a$$

on aura donc :

Inclinaison de 5°

$P = 22\,500\,000$ k. $\times$ 2,4 $\times$ 0,087 $= 4\,698\,000$ kilogrammètres.

C'est donc comme un poids de 4,698 tonnes placé à 1 mètre de l'axe longitudinal du navire :

Inclinaison de 10°

$P = 22\,500\,000 \times 2{,}5 \times 0{,}174 = 9\,787\,500$ kilogrammètres.

C'est comme un poids de 9,787 tonnes placé à 1 mètre de l'axe longitudinal du navire :

Inclinaison de 15°

$P = 22\,500\,000 \times 2{,}5 \times 0{,}26 = 14\,625\,000$ kilogrammètres.

Le moment de stabilité, c'est-à-dire la force qui tendrait à ramener le navire incliné de 15°, à la position verticale, est donc celui d'un poids de 14,625 tonnes placé à 1 mètre de l'axe longitudinal du navire.

Inclinaison de 20°

$P = 22\,500\,000 \times 2{,}6 \times 0{,}34 = 19\,890\,000$ kilogrammètres.

c'est comme 19,890 tonnes placées à 1 mètre de l'axe longitudinal.

Inclinaison de 30°

$P = 22\,500\,000 \times 2{,}9 \times 0{,}5 = 32\,625\,000$ kilogrammètres.

c'est comme 32,625 tonnes placées à 1 mètre de l'axe longitudinal.

Inclinaison que le vent peut faire prendre au Great-Eastern, quand le tirant d'eau est de 7^m50, *et la durée d'oscillation de* 5″ 1/2.

Quand le tirant d'eau est de 7^m50, le déplacement est de

22,500 tonnes. La durée d'une oscillation simple étant de 5″ 1/2, et le rayon de gyration pouvant être approximativement évalué à 8ᵐ, on voit, d'après le tableau, que cela correspond à une valeur de $\lambda = 2^m 20$. Et comme le métacentre est à $11^m 20$ au-dessus du fond, soit à $(11^m,20 - 7^m 50) = 3^m 70$ au-dessus de la flottaison, il s'ensuit que le centre de gravité est situé à $(3,70 - 2,20) = 1^m 50$ au-dessus de la flottaison.

La surface exposée au vent est égale à $(19 - 7,50) = 11^m 5$ sur 210 mètres environ :

$$S = 210 \times 11^m 5 = 2\,415\ m^2$$

On peut la porter à $2,500^{m2}$ pour tenir compte des mâts, agrès, cheminées, capots, etc.

Le centre de poussée est à la moitié de la hauteur, c'est-à-dire à 6 mètres au-dessus de la flottaison, et comme le centre de gravité est lui-même à $1^m 50$ au dessus de la flottaison, il en résulte que le bras de levier de la poussée du vent $(6^m - 1^m 50) = 4^m 50$. En supposant une poussée de vent de 300^k par mètre carré, tout à fait exceptionnelle, le moment $= 2,500 \times 4^m 5 \times 300 = 3,375,000$ kilogram. Or, la stabilité $P\lambda = 22,500^k \times 2,2 = 49,500,000$ kilogrammètres; on a, par conséquent :

$$\text{Sin } \alpha = \frac{3\ 375}{49\ 500} = 0,\ 0682 \text{ d'où } \alpha = 4^o$$

On voit que l'action seule du vent peut faire prendre au navire une inclinaison considérable dans une violente tempête. Mais si le vent peut engendrer une inclinaison de 4°, il exerce sur le navire une poussée égale, c'est-à-dire que le navire ne peut décrire 4° d'un côté et 4° de l'autre; l'amplitude du roulis est donc diminuée par le vent, bien que l'inclinaison angulaire soit augmentée.

La navigabilité du *Great-Eastern* a été prouvée par dix-huit trajets réguliers entre Liverpool et l'Amérique. Les onze premiers se sont accomplis à une vitesse moyenne de 13ⁿ398 par heure; la traversée la plus lente, à la vitesse de 13 nœuds; la plus rapide, à la vitesse de 14ⁿ 25. Les quarante-sept dernières traversées du *Scotia* ont donné une moyenne de 12ⁿ32. Seize de ces traversées ont donné une moyenne de 13ⁿ50 établie en relevant celles où la vitesse dépasse 13 nœuds. La vitesse maximum a été de 14ⁿ46 que le Great-Eastern n'a pu atteindre. En rapprochant les moyennes basées sur la totalité des traversées faites sans avarie, le Great-Eastern serait plus rapide que le *Scotia* dans la proportion de 13ⁿ398 à 12ⁿ32; mais, en considérant la vitesse extrême, il serait inférieur en vitesse dans le rapport de 14ⁿ46 à 14ⁿ25.

On peut conclure de ces rapprochements que le *Great-Eastern*, ne doit qu'à sa masse et à l'indifférence qu'elle lui donne, pour l'état de la mer, plus de régularité de vitesse, mais que sa puissance est insuffisante pour la vitesse à atteindre. Un aussi grand navire eût dû avoir une supériorité très-marquée, sous ce rapport, sur ses devanciers.

Dans les sept dernières traversées, *le Great-Eastern* a éprouvé des avaries majeures, un des quatre cylindres des machines motrices des roues a été brisé et trois cylindres seulement ont fonctionné pendant quatre de ces traversées.

Dans deux autres traversées, une des roues a été mise hors de service.

La vitesse du navire a donc été très-sérieusement affectée et réduite, en moyenne, à 11ⁿ58 pour ces sept traversées.

Dans les onze premières traversées, le recul des roues a varié entre 11 et 19 pour 100; il a été en moyenne de 15,34 pour 100 sur les dix-huit traversées.

Le recul de l'hélice a varié entre 16,4 et 22,5 pour cent. Il

a été en moyenne de 18,22 pour 100 sur les dix-huit traversées.

Dans ces diverses traversées, la consommation du combustible a varié, suivant la vitesse, entre 267 et 322 tonnes par vingt-quatre heures. A la vitesse de 13ⁿ40, la consommation

NOMS des PORTS	DATE DU DÉPART	DATE DE L'ARRIVÉE	IMMERSION au départ		IMMERSION MOYENNE au départ		IMMERSION à l'arrivée		IMMERSION MOYENNE à l'arrivée	
			av. p.	ar. pi	pi	po	av. pi	ar. pi	pi	po
De Southampton à New-York	17 juin 1860	28 juin 1860	21 2	26 1	23	7 1/2	» »	» »	»	
De New-York à Milford...	17 août 1860	27 août 1860	» »	» »	»	»	» »	» »	»	
De Milford à New-York...	2 mai 1861	12 mai 1861	23 9	26 4	25	0 1/2	19 6	25 0	22 3	
De New-York à Liverpool.	25 mai 1861	4 juin 1861	22 9	25 5	24	1	19 4	24 01/2	21 9	
De Liverpool à Québec....	27 juin 1861	7 juillet 1861	23 4	28 1	25	8 1/2	21 6	25 6	23 6	
De Québec à Liverpool....	6 août 1861	16 août 1861	24 6	26 6	25	6	21 0	23 0	22 0	
De Milford à New-York....	2 mai 1862	17 mai 1862	23 3	26 8	24	11 1/2	19 6	25 0	22 3	
De New-York à Liverpool.	1er juin 1862	11 juin 1862	25 0	25 6	25	3	21 0	23 0	22 0	
De Liverpool à New-York..	1er juillet 1862	12 juillet 1862	23 6	26 0	24	9	20 9	25 4	23 1/2	
De New-York à Liverpool.	27 juillet 1862	6 août 1862	26 3	29 9	28	0	24 6	25 6	25 0	
De Liverpool à New-York.	17 août 1862	27 août 1862	26 0	26 0	26	0	22 0	25 0	23 6	

La vitesse de marche du *Great-Eastern* est-elle ce qu'espéraient ses constructeurs ? Il est difficile de se former une opinion à cet égard. Scott Russell, constructeur de la coque et des machines, a assumé publiquement, le 8 août 1859, dans un discours d'inauguration, la responsabilité du tracé des lignes et de la puissance des machines : « Si le navire est lent, si ses qualités nautiques laissent à désirer, si les machines sont insuffisantes, la responsabilité en pèsera sur moi seul. » Rien ne fut alors annoncé de cette vitesse et, plus tard, Scott Russell a affirmé et écrit que celle que le navire avait réalisée était celle sur laquelle il avait compté.

On lit dans les journaux, à l'époque du lancement, et dans les

de 322 tonnes correspond à une tonne par nœud et par heure.

Le tableau suivant reproduit les principales circonstances de la navigation du *Great-Eastern* dans ses onze premières traversées.

MACHINES A ROUES							MACHINE A HÉLICE									
	Nombre de révolutions par minute		PRESSION	Charbon consommé par jour	Distance totale parcourue par les pales.	RECUL DES AUBES p. 0/0	TOTAL des révolutions	Nombre de révolutions par minute	PRESSION	Distances totales parcourue par l'hélice.	Recul p. 0/0 de l'hélice	Charbon consommé par jour	Total de la dépense du combustible	Nœuds parcourus par le navire	Nombre moyen de nœuds par heure	Nœuds par heure et par tonne de charbon
		livres	tes	nds					livres	nds			tes	nds		
26	10 »	19 1/2	110	3.964	19		532 034	34.7	17 1/2	3.901	17 7	153	2.877	3.241	13	895
26	10 9	22 1/2	122	3.765	18 8		508 494	38.8	19	3.670	16 5	193	2 744	3.064	13.5	895
00	9 48	21 1/2	144	3.477	15		525 276	37.5	17 3/4	3.742	24	158	2.717	3.017	13.75	9
13	10 4	21 1/2	143	3.456	12 5		520 407	38.5	18 1/2	3.646	18 7	178	2.893	3.083	14	936
19	10 2	22	143	3.260	16		472 340	36.7	19	3.409	22 5	182	2.931	2.803	13.33	1.04
10	10 37	21	172	3.359	14 6		480 892	37.5	19	3.428	16 3	207	3.384	2.869	13.37	1.17
50	10 5	21 1/2	149	3.564	12 6		511 976	36	18	3.690	20 3	152	2.715	3.076	13.5	882
10	11 »	20 1/2	137	3.883	16 5		515 570	37.4	16 3/4	3.832	15 4	170	2.904	3.442	14.25	892
30	11 25	21 1/2	149	3.782	19		508 230	37.3	16 1/2	3.670	16 6	168	2.926	3.059	13.48	956
28	9 7	21 1/2	139	3.478	10 8		498 185	35	17 1/2	3.663	14 05	165	3.051	3.128	13.04	973
45	10 »	21	140	3.736	17 53		521 715	34.5	17	3.755	18	161	3.243	3.077	12.16	1.05

petits écrits populaires, fort élogieux d'ailleurs, que la vitesse du navire est espérée à 15 nœuds et, par impossible, dans les circonstances de vent et de mer les plus favorables, à 17 1/2 ou 18 nœuds.

Aussi est-ce avec surprise que nous avons lu dans la notice que M. Bourgois, dont nous avons cité les intéressants travaux, a distribuée lors de sa candidature à l'Institut, les lignes suivantes :

« On sait quelles espérances les constructeurs anglais avaient fondées sur la vitesse du *Great-Eastern*. Ces espérances avaient été partagées par des marins fort distingués de l'un et l'autre côté du détroit. Se fondant sur une prétendue loi de variation

des coefficients de résistance des corps flottants, en raison inverse des dimensions des corps, ils n'évaluaient pas à moins de 22 nœuds la vitesse que ce gigantesque bâtiment devait atteindre en eau morte.

« Et cependant, longtemps avant les essais du *Great-Eastern*, l'auteur du *Mémoire sur la résistance de l'eau*, etc., avait établi (page 236) qu'en raison du rapport peu avantageux du tirant d'eau à la largeur de ce bâtiment, sa machine (supposée de 2,000 chevaux de 200^{kgm} sur les pistons) ne devait lui imprimer, au tirant d'eau de 3 mètres (et dans l'hypothèse d'un maître couple de 160 mètres carrés) qu'une vitesse de 14 nœuds, insuffisante pour la réalisation du programme des constructeurs.

« L'expérience a pleinement confirmé cette prévision basée sur les conséquences du *Mémoire sur la résistance de l'eau*, etc. »

Nous avons cherché inutilement la source de l'hypothèse posée par des savants ou par des marins, d'une vitesse de 22 nœuds. Il n'en est même pas parlé dans l'exposé que fait M. Bourgois dans le mémoire précité, des résultats de ses calculs sur la vitesse du *Great-Eastern*, calcul que nous reproduisons ici :

« D'après un rapport de M. Brunel, à la Compagnie qui l'a fait construire, le *Great Eastern* aurait 207 mètres de longueur et 25 mètres de largeur. On peut lui supposer une surface immergée du maître couple de 160 mètres carrés, pour un tirant d'eau de 8 mètres ; et, si on l'assimile, pour la résistance, aux vapeurs dont la longueur est, en moyenne, de cinq fois et demie la largeur, on trouve, pour son coefficient de résistance totale, à la vitesse de 7^{m}2 par seconde ou 14 nœuds :

$$(1)\ K = 2{,}5 + 0{,}14\,\frac{lV^2}{B^2} + 0{,}08\,\frac{S}{B^2V^{\frac{2}{3}}} = 3{,}99$$

« Or, même en tenant compte de ce que la résistance de l'air

(1) Pour la signification des lettres, voir tom. I^{er}, p. 185 et suivantes.

sur la mâture, relativement assez réduite, de ce vapeur, sera certainement plus faible que pour la plupart des bâtiments auxquels s'applique notre formule, il est évident que la grande longueur du *Great-Eastern*, égale à huit fois sa largeur, devra occasionner un surcroît de résistance latérale, et, par suite, une augmentation sensible du coefficient 2ᵏ5, indépendant de la vitesse. Ce n'est donc pas évaluer trop haut le coefficient de résistance totale de ce vapeur, que de le fixer à 4 kilog. et demi pour la vitesse de 14 nœuds ou 7ᵐ2 par seconde, qui correspondrait alors à une puissance motrice de 537,480 kilogrammètres sur les pistons, et à un effet utile moitié moindre, par suite des pertes dues au mécanisme et aux propulseurs.

« A la même vitesse de 14 nœuds, la formule du tableau n° 12 donnerait, pour *le Napoléon*, K = 3ᵏ84, et, si l'on poursuit le comparaison à des vitesses plus élevées, on trouve que, à la vitesse de 16 nœuds et demi, par exemple, ou 8ᵐ5, le coefficient du *Napoléon* se serait accru de 0ᵏ47, et celui du *Great-Eastern* de 0ᵏ39. Cette différence est insignifiante, si l'on compare les déplacements des deux navires, dont l'un est au moins six fois celui de l'autre.

« Cela tient à ce que leurs tirants d'eau ne diffèrent pas, à beaucoup près, en proportion de la racine cubique des déplacements. Les valeurs absolues de ces tirants d'eau sont même très-voisines de l'égalité. Or, d'après la forme :

$$K_2 \frac{lV^2}{B^2}$$

du terme relatif à la dénivellation dans l'expression du coefficient de résistance, c'est au tirant d'eau uniquement que s'attache, pour des formes semblables, l'avantage incontestable des grandes dimensions, lorsqu'il s'agit de réaliser de grandes vitesses.

« Si le tirant d'eau du *Great-Eastern*, au lieu d'être de 8 mètres, comme nous l'avons supposé, n'avait qu'une valeur beaucoup moindre, son coefficient de résistance suivrait une marche inverse, et pourrait, dès lors, dépasser le même coefficient sur de beaucoup plus petits navires, comme il dépasse déjà celui du *Napoléon*. La partie numérique du coefficient d'utilisation diminuerait pareillement avec le tirant d'eau.

« En résumé, il résulte de ce qui précède, que, attendu la grande longueur du *Great-Eastern* et son faible tirant d'eau relativement aux autres dimensions, la vitesse de 14 nœuds, qu'il pourra devoir à une puissance motrice de plus de 2,000 chevaux, appliquée à un maître couple de 160 mètres carrés, est insuffisante pour que le coefficient de résistance de ce vapeur soit notablement inférieur à celui de bâtiments plus petits, comme on pourrait le supposer, en admettant la loi de variation de ce coefficient en raison inverse d'une certaine fonction, d'une certaine racine de la surface du maître couple.

« Cet avantage particulier de la grandeur des dimensions, ou, plus exactement, de la grandeur du tirant d'eau, ne serait obtenu qu'à une vitesse beaucoup plus élevée, exigeant une machine beaucoup plus puissante.

« Mais il restera toujours, au *Great-Eastern*, l'avantage de capacité découlant de ce principe incontestable que, à égale vitesse, pour des navires semblables, le déplacement, la capacité augmentent comme le cube d'une dimension, tandis que la résistance augmente seulement, à peu près, comme l'aire du maître-couple, ou comme le carré d'une dimension. »

Cette citation démontre une fois de plus la direction que nous avons eu fréquemment l'occasion de signaler dans les recherches scientifiques des divers éléments propres à déterminer la relation entre la vitesse de la marche d'un navire et sa puissance motrice, telles que sa surface mouillée et le poli de cette sur-

face, la section immergée au maître bau; l'acuité, etc., etc.

La méthode française a été de procéder par analogie en donnant à des formes connues des coefficients réglés sur les vitesses obtenues. Il est difficile, dans ce cas, pour peu que l'on procède avec habileté et expérience, de ne pas atteindre près du but, et c'est ce qui se produit ici.

Ce n'est pas qu'en comparant les vitesses du *Napoléon*, *aux essais*, avec les vitesses que *le Great-Eastern* a atteintes *en cours de navigation*, on puisse considérer comme rigoureux le calcul qui donne 14 nœuds à ce dernier; mais enfin il approche assez de l'exactitude des vitesses obtenues pour recommander la méthode de calcul, sans qu'il soit nécessaire, pour en démontrer le mérite, d'en mettre en comparaison les résultats avec des espérances ou des assertions sans bases dont on ne retrouve pas de traces.

Ce que l'on sait aujourd'hui, c'est que *le Great-Eastern* a été calculé par un homme dont la science appliquée aux questions nautiques est incontestable, M. Froude, et que ce savant, appelé par Brunel à coopérer à ses travaux, a été aidé par un ingénieur de grand mérite, M. Bell.

Aucun des deux n'a dit ni écrit rien de semblable ou même d'approximatif à ce qui est prêté « aux constructeurs et aux marins des deux côtés du détroit » sur la vitesse du *Great-Eastern*. Il faut donc chercher ailleurs que chez les hommes les plus mêlés à la construction du *Great-Eastern*.

Si la vitesse propable du *Great-Eastern* a été calculée par M. Scott Russell seul, seul aussi cet ingénieur a le secret des résultats qu'il espérait. A ce point de vue, une hypothèse est permise : Scott Russell établit, dans son *Wave line system*, une relation absolue entre la courbe cycloïdale dont il forme l'avant de ses navires et la courbe affectée par une vague dont la vitesse de propagation est égale à celle qu'il veut donner au navire.

Cette vitesse étant fixée, la hauteur de la vague en est déduite, et elle donne alors la courbe qui doit être celle de l'avant du navire, puisque toutes deux, celle de la vague et du navire, sont semblables. De cette façon, l'intention de l'ingénieur se révèle quant à la vitesse qu'il croyait pouvoir atteindre. Elle ne peut donc rester cachée longtemps.

Mais, à défaut de la construction de cette courbe que le dessin ne donne pas suffisamment (voir pl. 32); il reste comme moyen approximatif d'appréciation, le degré d'acuité même du navire. Or, l'acuité des lignes d'avant du *Great-Eastern* est sensiblement la même que celle des navires qui ont obtenu aux essais une vitesse de 14 nœuds, et pour lesquels la formule des coefficients accumulés, employée par Bourgois, faisait prévoir ce résultat.

Dès les premiers trajets, la vitesse du *Great-Eastern* s'est montrée régulière, mais faible; l'attente du public a été trompée. Cependant, il semble établi que sa masse comparée à la faiblesse de sa puissance motrice entre pour une grande part dans la régularité même de la marche.

Que l'on adopte pour calculer la vitesse probable des navires, les méthodes qui considèrent que le rapport de l'acuité à la section pleine, la surface mouillée et son degré de poli sont les seuls éléments servant à la mesure de la résistance, toujours est-il à regretter que la vitesse obtenue par le *Great-Eastern* ne puisse être, faute de documents, l'objet d'un contrôle des formules de Dupuy de Lôme et de Macquorn-Rankine. Il manque pour cela les diagrammes indiquant la puissance développée par les pistons, les contours des sections, et les angles d'acuité. Espérons enfin que Scott Russell, qui a appliqué ses procédés pour le tracé des lignes du *Great-Eastern*, et qui a dû donner à ses courbes la forme qui correspond à la vitesse de propagation de l'onde soulevée par lui, s'expliquera sur le tracé des li-

gnes et sur les vitesses prévues auxquelles correspondent les courbes cycloïdales de l'avant de ce navire.

Depuis l'échec que le *Great-Eastern* a éprouvé, ce navire a été employé à un service auquel ses dimensions, ainsi que la lenteur et le peu d'amplitude de ses mouvements de tangage, semblent le rendre propre. Mais ce n'est pas à ce point de vue que son histoire offre, quant à présent, le plus d'intérêt.

L'intérêt qu'excite *le Great-Eastern* tient au désir de le voir réussir industriellement; mais il s'élève à cela deux difficultés : l'une commerciale, l'autre technique.

La première semblait d'abord la moindre.

L'époque où Brunel a eu la pensée de construire *le Great-Eastern*, est celle où l'émigration vers l'Australie prenait d'énormes proportions, par suite de la découverte des gîtes aurifères, et par les facilités que l'élève des bestiaux et la production de la laine semblaient offrir à l'émigrant.

Le Gouvernement donnait son concours à l'Émigration vers ces parages, et cette sorte de sanction exerçait une grande influence sur les masses. Aujourd'hui l'enthousiasme pour l'Australie est à peu près éteint. Tout concourt à dissiper les illusions sur les grandes et rapides fortunes à attendre des gîtes aurifères; la fondation des établissements agricoles est entourée de plus de difficultés. Le travail manuel est disputé par les Chinois, et il le sera bien plus encore lorsqu'un cosmopolitisme plus libéral et plus éclairé leur ouvrira plus largement les rivages de ces jeunes et immenses contrées.

Ce que les Irlandais ont fait avec leurs seuls bras aux États-Unis, les Chinois peuvent le faire plus vite et mieux en Australie. Il suffit, pour cela, d'accueillir comme ayant droit à une part de terre déserte, tous ceux qui viennent et qui peuvent la cultiver.

Or, sans l'aliment de l'émigration et d'une émigration considérable, que faire du *Great-Eastern*? L'occasion qui semblait surgir ne s'est même pas produite.

Quant au frêt des marchandises, la difficulté est la même. L'approvisionnement d'aussi forts chargements est une spéculation colossale. C'est par millions qu'il faudrait compter la valeur d'une cargaison de 5 ou 6,000 tonnes de marchandises d'un prix assez élevé pour payer un frêt capable de couvrir les frais de transport.

Rien de prochain ne semble donc se présenter sous ce rapport. Il faut attendre et se féliciter, s'il se produit, en attendant, des occasions semblables à la dernière, d'utiliser le *Great-Eastern*.

Mais le côté technique des questions soulevées par cette grande tentative, a un intérêt incontestable. Les discussions ont été vives, acharnées; chacun a pris parti, les uns avec l'esprit d'exclusion qui provient plus souvent des situations que des convictions; les autres avec l'enthousiasme avide du succès des idées nouvelles. Aujourd'hui que le navire est connu par ses succès comme par ses revers, que les défauts de sa construction sont reconnus par ses partisans comme par ses adversaires, il ne reste plus qu'un désir général de voir se poursuivre les pérégrinations du *Great-Eastern* à travers les grandes mers pour lesquelles il a été construit.

Il faut le reconnaître : les conditions nautiques du *Great-Eastern* sont affectées par un grave défaut dû à ses formes et à son faible tirant d'eau. C'est la violence du roulis.

Moitié plus large que les grands transatlantiques actuels, il a, au tirant de 6^m50 à 7^m50, une période d'oscillation transversale d'égale durée. Cependant, ce tirant d'eau ne peut être raisonnablement dépassé sans que la vitesse s'en trouve sensiblement modifiée. Les conséquences de ce défaut originel ont été désas-

treuses, en ce sens qu'elles ont amené, sans aucun doute, la destruction des roues.

Mais ce défaut n'est pas tel qu'il fasse oublier les avantages des grandes dimensions sous d'autres rapports.

Cherchons ces avantages et comparons d'abord *le Great-Eastern* avec les navires construits sous la direction de Brunel, en mettant en regard les transatlantiques actuels des plus fortes dimensions.

TABLEAU COMPARATIF DES DIMENSIONS PRINCIPALES DU *Great Eastern* AVEC CELLES DU *Great Western*, DU *Great Britain* ET DES TRANSATLANTIQUES MODERNES.

	Great Western	Great Britain	Great Eastern	Scotia	Napoléon III
Année de la construction.	1838	1838	1860	1862	1866
Longueur à la ligne d'eau.....m.	65 58	84 50	207 40	111 78	110 24
Largeur.....m.	10 98	14 70	25 31	14 50	14
Creux.....m.	7 10	9 60	17 70	9 76	10
Tirant d'eau moyen en charge.....m.	4 88	6 40	7 50	6 71	6 30
Tonnage total.....t.	1775	3209	23 800 (1)	4050	4024
d° utile.....t.	1340	1733	11 800	2358	2414
Espèce de moteur..... ...	Roues.	Hélice	Roues et hélice	Roues.	Roues.
Puissance nominale....ch.	400	500	2600	1400	1200
Consommation journalière de combustible.....t.	32 5	52	300	140	120
Vitesse moyenne des traversées.....n.	8 25	9 50	13 38	21 32	
Nombre d'hommes d'équipage.....	89	70	500	152	139
Nombre de lits de passagers.....	141		1000	288	280
Prix des bâtiments.....fr.	1 620 000 f	3 200 000 f	25 millions	4 500 000	4 millions
Superficie des voiles. m. q.			5400	888	948
Diamètres des roues.....			17 40	12 26	11 69

(1) A 7 = 93 de tirant d'eau, 28 500 tx.

Ce tableau des dimensions successives des navires dont quatre ont traversé l'Océan avec le plus de succès est significatif; sous bien des rapports, il semble révéler une condition de l'art et du progrès; sous d'autres, il tend à créer le doute et l'incertitude.

Les dimensions des navires vont en s'accroissant jusqu'en 1865. Celles du *Great-Britain*, si vivement taxées d'exagération, sont dépassées par *le Scotia* qui, à son tour, est dépassé par le navire cuirassé *le Warrior*, et celui-ci par *le Minotaure*. Mais, entre ces navires et *le Great-Eastern*, il reste encore un intervalle considérable. Sera-t-il comblé? Cela est fort douteux, car l'obstacle insurmontable est dans le défaut de profondeur des ports. Le tirant d'eau normal du *Great-Eastern* devait être, à charge, de 9^m15. Il ne l'a atteint dans aucune de ses dix-huit traversées transatlantiques. Il tirait 7^m70 à l'avant et 9^m12 à l'arrière ; lors de sa sortie de New-York (douzième traversée), il toucha sur une roche et l'enveloppe extérieure fut endommagée. La moyenne de ses tirants d'eau, en charge, dans ses dix-huit traversées, a été de 7^m92, et comme la moyenne des émersions a été de 0^m75, son tirant d'eau normal peut être admis à 7^m54.

Le navire n'a pas été construit pour ce tirant d'eau, mais il a été nécessaire de l'y restreindre, et c'est cette nécessité qui lui ôte une grande partie de ses qualités nautiques. Nous avons dit comment cela affecte les conditions de navigabilité du navire et explique la violence de son roulis.

Si on compare, en effet, la stabilité de forme du *Great-Eastern* avec celle des Transatlantiques de construction récente, on la trouve infiniment supérieure, et si on traduit en durée d'oscillation de roulis les conditions statiques de cette extrême stabilité, on arrive à ce résultat, confirmé d'ailleurs par l'expérience, que, dans les grandes oscillations du *Great-Eastern*, la vitesse dont ses parois sont animées est double de celle des autres navires moitié moins larges; et qu'elle peut dépasser 2 mètres par seconde, bien qu'en somme et pour une même mer, l'amplitude de ces oscillations soit moindre.

L'importance de ce point de vue nécessitait les détails techniques dans lesquels nous sommes entré.

C'est donc avec raison que l'on a accusé la forme de construction du navire. Au tirant d'eau de 7 mètres, elle pèche par excès de stabilité.

Ses constructeurs ont-ils ignoré ce résultat? L'ont-ils, au contraire, prévu et se sont-ils résignés à ce grave inconvénient en face de l'impossibilité que le peu de profondeur des ports offrait à un tirant d'eau plus considérable?

Le doute n'est pas permis à cet égard. L'expérience des constructeurs était telle qu'on ne puisse admettre qu'ils soient sortis aussi hardiment des proportions habituelles sans se douter de l'inconvénient auquel ils s'exposaient. On est d'autant plus fondé à le supposer que ce n'est qu'après dix-huit traversées, c'est-à-dire à la dix-neuvième, qui a été si malheureusement empêchée, que toute la vérité s'est fait jour à cet égard.

On sait maintenant que les qualités nautiques du *Great-Eastern* ont été l'objet des préoccupations de Brunel; on doit le conclure du moins de ce qui en est écrit par un savant, W. Froude, dans un mémoire publié par lui, en mars 1861, dans les *Transactions of Naval architects, sur le roulis des navires,* étude qui, alors comme depuis, a produit une grande sensation.

« Cette étude, dit-il, par laquelle j'espère élucider suffisamment la théorie d'un problème difficile et compliqué, se recommandera peut-être à l'attention, parce qu'elle est le résultat de recherches entreprises à la demande de Brunel, avec lequel j'en ai fréquemment discuté les principes fondamentaux, tandis qu'il projetait et exécutait *le Great-Eastern.* De pareils entre-

tiens avec un homme d'un entendement aussi large et aussi lumineux m'ont apporté la plus précieuse assistance. »

« A cette étude du roulis du *Great-Eastern*, se joignait, par une conséquence nécessaire, celle des qualités nautiques probables du navire (*probable sea going properties of the ship herself*) pour lesquelles j'eus la bonne fortune d'être associé avec M. Bell, ingénieur attaché au cabinet de M. Brunel, habile mathématicien et calculateur rigide, qui non-seulement m'a évité la fatigue de laborieux calculs numériques relatifs au navire, mais qui a, en outre, tellement participé à l'œuvre théorique, qu'il en est bien peu de parties dont je sois disposé à me considérer comme l'unique auteur. »

Plus tard, en avril 1865, W. Froude parlant, dans une réunion des membres de la Société des Naval-Architects, à propos des études dont tout projet de navire doit être l'objet avant sa construction, répéta qu'elles avaient été faites avec le plus grand soin par M. Bell et lui; que la position du centre de gravité, le rayon de gyration, le moment d'inertie, avaient été calculés aussi approximativement que possible, et que les données acquises par le calcul avaient été confirmées par l'expérience. Il est regrettable que ces études n'aient pas été publiées.

Nous avons été amenés, M. Verrine et moi, à les faire aussi approximativement que le permettaient les dessins, à propos du projet d'un ferry-boat de très-grandes dimensions, destiné à traverser le détroit entre la France et l'Angleterre, et dont il était nécessaire de rechercher les conditions de stabilité au minimum possible de tirant d'eau.

Il est intéressant de voir, dans une œuvre nouvelle, Brunel associé avec un savant de premier ordre, comme Robert Stéphenson le fut avec Hodgkinson pour l'étude scientifique du pont de Menay.

Nous ne suivrons pas Froude dans toutes ses déductions, bien qu'elles soient exposées avec une savante clarté. Les points par lesquels il diffère de savants considérables, Woolley et autres, y sont nettement formulés.

La stabilité, c'est-à-dire l'effort d'un navire pour reprendre sa position verticale dans l'eau tranquille, est semblable à l'effort qu'il fait pour s'incliner normalement au plan de l'ondulation qu'il franchit. Il s'ensuit que, dans l'eau tranquille, l'effort qui varie avec les changements d'inclinaison, est seulement fonction du moment d'inertie du navire, et que sa période d'oscillation est déterminée sur cette base, tandis qu'au milieu des vagues, cet effort varie non-seulement avec les changements d'inclinaison, mais en outre avec les inclinaisons successives des vagues, et sert aussi à déterminer les changements successifs de situation du navire.

Cette loi fondamentale, comme l'appelle Froude, n'a pas de relation avec les conditions réciproques des situations des points dynamique et géométrique, centre de gravité et centre de carène, parce qu'il a été tenu compte de la situation de ces centres dans le calcul de stabilité du navire, et qu'il ne s'agit ici que de la détermination de la durée de l'oscillation en fonction du moment d'inertie, à de certaines inclinaisons.

D'après cette doctrine, la durée du roulis une fois connue dans l'eau tranquille, ne serait affectée, dans la mer agitée, qu'en raison des changements dans le moment d'inertie qui résultent des divers plans de flottaison formés par les ondulations. Or, comme en général la durée des oscillations varie beaucoup moins que leur amplitude, on pourrait en conclure que les variations de durée peuvent être tout aussi bien calculées par les changements de position du métacentre résultant des diverses inclinaisons, que par la loi assurément incontestable de W. Froude, loi qui semble reposer, par rapport aux

doctrines actuelles, plutôt sur une distinction que sur la découverte d'une relation.

En écoutant l'exposé de la théorie de Froude, le savant mécanicien, Canon Moseley, qui présidait la réunion, en fit un grand éloge, mais il l'a affaibli en présentant les effets prévus des deux causes comme conduisant à une issue fatale, lorsque l'accumulation d'inclinaisons successives du plan d'eau crée des inclinaisons de plus en plus fortes du navire, par suite du synchronisme de la succession des plans inclinés des vagues et de l'oscillation propre du navire. Dans aucun cas, ce synchronisme ne peut avoir des effets accumulés suivant une progression régulière et continue, puisque le moment d'inertie, la position du métacentre et le levier de stabilité changent aussi, mais en accroissant la résistance à l'inclinaison dans une progression plus rapide que celle qui résulte de l'accélération dans l'amplitude des inclinaisons.

Lorsque Canon Moseley compare les effets du synchronisme du passage des plans inclinés des vagues sous le navire, et de l'oscillation de celui-ci, avec ceux d'une troupe de militaires marchant sur un pont suspendu, à un pas dont la mesure correspond en durée à la période d'oscillation du pont, il identifie des faits qui ne sont nullement analogues : le synchronisme du pas des soldats et de l'oscillation du pont n'est qu'un terme entre d'autres termes variables. Quand le pas du soldat devient identique en durée à celle de l'oscillation du pont, le phénomène ne s'arrête pas là, l'accroissement continu des effets du poids des soldats, soit qu'ils s'avancent en plus grand nombre sur le pont, soit qu'ils s'approchent du milieu de la portée, a pour effet d'accroître en même temps la durée et l'amplitude de l'oscillation parce que le moment résultant du poids dont est chargée la travée, s'est très-sensiblement accru. C'est parce

qu'il y a un poids de plus en plus fort intéressé dans l'oscillation du pont, qu'elle augmente de durée, d'amplitude et d'intensité. Rien de semblable ne se produit par le fait des émersions ou immersions du navire, ou de ses inclinaisons successives. Son poids varie d'autant moins que, comme il ne peut s'incliner sans soulever son centre de gravité, son moment diminue ou s'élève sans aucune périodicité dans la force de soulèvement.

Nous reviendrons, dans la note 5 : *Roulis et tangage des navires de la marine militaire*, sur la théorie de Froude; nous n'en exposerons ici que ce qui intéresse *le Great-Eastern*.

La direction des idées de Froude semble être de préférer les navires construits comme *le Great-Eastern*, larges et à faible tirant d'eau, à ceux dont les formes et les points géométriques intéressent dans une meilleure proportion la zône agitée superficielle et la zône tranquille inférieure de l'eau. Entre les navires creux pour lesquels la zone de variation d'inclinaison du plan d'eau intéresse une proportion plus faible de la section du corps flottant, par rapport au volume total, et les navires plats où les plans d'eau successifs produits par l'agitation de la mer intéressent la plus grande partie de la section du corps flottant, Froude préfère les seconds.

La prétention qu'une planche flottant verticalement par suite d'un poids attaché à sa tranche inférieure subit, dans un milieu agité, les mêmes inclinaisons que la planche flottant horizontalement est inadmissible. Elles s'inclinent toutes deux suivant le plan d'eau, mais en raison inverse du rapport de leur largeur à leur hauteur.

Ce qui est apparent dans le mémoire de Froude, c'est qu'il avait parfaitement déterminé d'avance la durée d'oscillation du *Great-Eastern* à 6 secondes, mais il ne paraît pas qu'il ait été

frappé des graves conséquences de la grande largeur du navire par rapport à cette durée. Il semble satisfait que cette durée soit la même que celle du *Wellington*, le plus fort navire alors de la marine militaire anglaise, mais d'une largeur moitié moindre que celle du *Great-Eastern*, et il ne s'aperçoit pas que les vitesses d'abaissement et de relèvement de ce navire près des parois devaient avoir, en conséquence, une intensité double de celle des murailles du *Wellington*.

Il reste néanmoins, de l'étude de W. Froude, sur les roulis, un aperçu neuf et propre à simplifier la solution de cette question en séparant les deux causes : celle qui, dépendant de la situation des points et des plans dynamiques et géométriques du navire, lui donne une durée d'oscillation propre, comme un pendule, et celle du passage sous ce corps flottant et oscillant, suivant une loi fixe, d'une série de plans inclinés tendant à lui communiquer leur propre durée de succession. Il prouve que la réaction de ces deux causes, l'une sur l'autre, n'a pas pour effet de modifier la durée d'oscillation d'une manière sensible, mais d'en accroître l'amplitude. Ce même résultat est mentionné dans le rapport de la commission des navires cuirassés, mais le doute y est laissé sur ses causes (*Note* 5).

Il est vrai qu'on en conclut à faux les effets accumulatoires du synchronisme des deux oscillations : celle du navire et celle de la vague, effets qui ne peuvent s'ajouter, puisque la courbe des résistances du navire à l'inclinaison s'accroît rapidement, tandis que celle des impulsions, résultant des plans inclinés successifs, est une courbe régulière simplement productive d'accélération comme amplitude d'intensité de l'oscillation.

La grande largeur des navires est assurément une cause de stabilité, mais c'est un moyen excessif si le faible tirant d'eau et

si la situation des plans ainsi que celle des points dynamiques rend le navire trop sensible aux plans inclinés des vagues; plus il est docile sous ce rapport, plus ses rappels sont vifs et sa durée d'oscillation moindre. La première condition est donc dans la situation relative des points et des plans dynamiques du navire. Cette situation, qui permet au constructeur de donner à son navire la durée d'oscillation la plus convenable, ne s'obtient qu'au moyen de formes sur lesquelles les dénivellations de la mer n'ont qu'une action relative limitée.

Cette forme est approximativement celle dans laquelle la profondeur de carène ou d'immersion est la moitié de la largeur du navire.

Le *Great-Eastern*, ayant habituellement un tirant d'eau de moins du tiers de sa largeur, n'est pas dans les conditions habituelles. Il ne peut alors corriger la violence de son roulis qu'en relevant son centre de gravité, ou plutôt en rapprochant des murailles du navire le poids de sa cargaison, afin que les moments de ces poids viennent ajouter à la durée et à l'amplitude de l'oscillation. Il se rapprochera alors des navires qui franchissent le détroit entre la France et l'Angleterre. Ces navires ont une largeur de 6 à 7 mètres, avec un tirant d'eau de $1^{m}75$ à 2 mètres. On sait que les marins eux-mêmes souffrent sur ces navires dont la seule stabilité de forme arrête l'amplitude relativement considérable des oscillations.

Les marins qui ont disposé *le Great-Eastern* pour les traversées qu'il a accomplies, n'ont pas cherché à combattre son excès de stabilité de forme par une disposition particulière des poids dynamiques, c'est-à-dire des poids dont le moment entre comme élément de durée dans la période d'oscillation; ils ont préféré, quand le navire devenait le jouet du passage successif par son travers des plans inclinés des vagues, le placer ou de-

bout à la lame ou suivant un certain angle de direction de sa marche avec celle des vagues. C'est ainsi que le capitaine Harrison avait réussi à donner au *Great-Eastern* la réputation du navire le plus calme dans ses mouvements au milieu de l'agitation de la mer. En effet, placé debout à la lame, il n'y avait pas de mer furieuse qu'il ne dominât par sa grande longueur, ses belles lignes et la hauteur de son pont sur l'eau.

C'est certainement ainsi qu'il faut comprendre la conduite du *Great-Eastern*. Un marin habile et exercé en saura faire le navire le plus commode pour les passagers, et si quelque accident survient, le désempare de sa machine et de ses voiles, lui ôte ses facultés de direction, s'il devient le jouet de la mer furieuse et reste par le travers dans le creux des vagues, alors ses passagers souffriront sans doute, mais le navire triomphera encore de la mer par ses propres conditions de résistance et de stabilité.

On ne peut refuser au *Great-Eastern* les quatre qualités qui en feront toujours un des navires les plus sûrs à la mer et les plus rapides.

En première ligne : son extrême solidité : puis sa légèreté, due à sa faible densité : la hauteur de son pont sur l'eau, et enfin ce qui contribue à la vitesse, son absence de tangage dans les gros temps.

Les constructeurs du *Great-Eastern* ont tenu son pont à 10 mètres au-dessus du plan moyen de flottaison. La lisse des pavois est entre $11^{m}50$ et 12 mètres. Or, voici les circonstances du deuxième voyage à New-York de ce navire : trois jours de mauvais temps, le vent soufflant presque, (*all most*) avec la violence d'un ouragan et une terrible mer de travers, le navire roule très-fortement: (*rolled very heavily.*)

Afin d'éviter ce roulis fatigant pour les passagers, la direc-

tion est changée; le navire est mis debout à la lame, et, pendant 4 heures 30, il fait tête au vent à demi-vitesse; pendant ce temps, et, malgré l'extrême agitation de la mer, aucun tangage ne se manifeste : *There was scarcely any motion in the vessel.* La demi-vitesse peut être, ici, comptée à 6 nœuds, soit 3 mètres par seconde.

Or, pour que l'horizontalité du plan de flottaison du navire ne se trouvât pas sensiblement modifiée, il fallait que dans sa longueur de 207 mètres il fût incessamment franchi par trois ou quatre ondulations, car sous une ou deux ondulations seulement, son plan de flottaison n'eût pu rester horizontal. Cela fait supposer une longueur de vague de 60 mètres environ et, par conséquent, un état d'agitation de la mer plus faible que celui qui a été observé par Scoresby dans un ouragan.

Il résulte également du livre de loc que, pendant que *le Great-Eastern* a éprouvé un si gros temps, la mer n'a pas déferlé sur son pont. Les vagues venant se briser contre la coque envoyaient une très-faible partie d'embrun soulevée par le choc contre les murailles du navire; mais point de paquets de mer susceptibles d'empêcher les passagers de se tenir sur le pont, quand le vent et la pluie ne les en chassaient pas.

Dans les navires Transatlantiques, la différence de hauteur entre la flottaison et le pont supérieur varie entre 3^m50 et 5^m50, au lieu de 10 mètres qu'a *le Great-Eastern*. *Le Persia* et *le Scotia*, relativement bas sur l'eau, sont défendus par des pavois élevés et solides. Il est arrivé plusieurs fois à ces navires, qu'une partie des habitacles et des installations du pont a été endommagée par les coups de mer; c'est donc entre 7 et 11^m que serait la limite à laquelle, dans un état de grande agitation, le pont des navires bien proportionnés cesserait d'être exposé aux avaries par les coups de mers. Jusqu'à présent, du moins, les cons-

tructeurs du *Great-Eastern* paraissent avoir sagement apprécié cette part d'influence de l'agitation, et l'on peut conclure de la comparaison des hauteurs de vagues observées par Scoresby et d'autres navigateurs, et de la hauteur du pont du *Great-Eastern*, soit que la maniabilité de ce navire lui a permis de naviguer debout à la lame sans recevoir de paquet de mer au milieu de lames dépassant la hauteur de son pont, et sans embarquer d'eau ; ou bien, que la hauteur des vagues a été très-inférieure à cette hauteur, et que son plan de flottaison est resté, dans toutes les oscillations, supérieur aux crêtes des vagues.

L'expérience prononcera sur la plus fondée de ces deux suppositions.

Il n'en a pas été tout à fait de même quand le *Great-Eastern* s'est trouvé, par suite des avaries faites à son gouvernail, jeté par le travers, dans le creux des lames et dans l'impossibilité de sortir de cette situation.

Alors la violence de son roulis était bien supérieure aux réactions produites par l'immersion alternative de ses murailles dans les plans d'eau successifs des ondulations. Dans ces oscillations, la hauteur de son pont au-dessus du plan moyen de la mer était probablement réduite à 4 ou 5 mètres, et si la hauteur, des vagues était de 8 à 9 mètres, il devait embarquer la mer par le travers et éprouver des avaries sur le pont. Cela est, du reste, présumable d'après la narration par laquelle nous terminons l'histoire des traversées transatlantiques de ce navire.

Toujours, est-il que, dans les gros temps, *le Great-Eastern* mis debout à la lame, affecte un faible tangage, et cela lui donne une supériorité sur laquelle il convient d'insister.

Un navire transatlantique des dimensions habituelles, comme *Scotia* et *le Persia*, ne peut rencontrer les vents contraires souf-

flant en tempête, et une grosse mer, sans tanguer fortement et sans embarquer, en conséquence, des *paquets* de mer qui rendent l'avant sur le pont inhabitable, et causent souvent des avaries graves. Il y a deux moyens d'éviter cela, l'un est de ralentir la marche, l'autre est de modifier la route en affectant un certain angle avec la direction de la lame. Cela a pour effet d'allonger la vague en ce sens qu'elle est prise par le biais au lieu d'être coupée perpendiculairement. Le navire conserve cet angle suivant ses qualités nautiques telles que sa docilité au gouvernail, sa finesse, sa manière de porter les voiles de direction et sa stabilité.

Afin de conserver, autant que possible, la route la plus courte, si la lame est tout à fait debout, l'angle de direction, qui sera donné au navire, sera le plus faible jusqu'à la limite nécessaire pour éviter de passer à travers la crête des lames en conservant la vitesse. Il est assez fréquent de voir, dans des circonstances semblables, la machine accuser une réduction du nombre de révolutions qui ralentit du tiers ou de moitié la vitesse ordinaire.

Il est donc avantageux, pour conserver la vitesse et la direction, que le navire ait une longueur propre à diminuer l'intensité du tangage et une hauteur de pont qui mette à l'abri des embarquements de la lame. Il est très-probable que c'est à cet avantage que le *Great-Eastern* a dû les traversées qu'il a opérées à des vitesses excédant 13 nœuds. Mais la condition de la hauteur sur l'eau qui a de si grands avantages, doit être en rapport avec les autres dimensions d'où dérive la stabilité ; elle doit surtout se concilier avec les rapports de situation du métacentre et du centre de carène, de ces centres avec le centre de gravité; enfin du rayon des poids du navire autour de ce dernier centre; elle doit surtout se concilier avec la situation géométrique des axes des moments et aussi avec la coincidence de ces axes, dans

les conditions dynamiques du navire. C'est là une exigence de premier ordre.

Nous avons vu que les constructeurs du *Great-Eastern* avaient sacrifié au défaut de profondeur des ports l'une des qualités nautiques les plus essentielles à un navire destiné à affronter tous les états de la mer.

Le capitaine qui commandait le *Great-Eastern* et qui perdit la vie par un accident, après les dix-huit traversées transatlantiques, connaissait sans aucun doute le défaut de son navire. Dans les grosses mers, il avait soin de le tenir debout à la lame, et dans les mers moyennes, suivant un certain angle avec la direction des vagues. Il avait toujours évité de laisser le navire dans le creux des lames, et il lui donnait ainsi tous les avantages dont sa grande longueur le rendait susceptible. Le tangage était en effet d'une douceur extrême, et des traversées purent s'accomplir dans des conditions d'un confortable exceptionnel pour les voyageurs.

C'est ce que ne fit pas son successeur, ou du moins ce qu'il voulut tenter trop tard, lorsqu'il vit son navire pris par une mer de travers et agité par un roulis d'une excessive violence. La série des accidents qu'il éprouva prend sa source dans cette violence même. Un navire sort toujours difficilement du creux des lames. Il en sort plus difficilement s'il est long et fin; plus difficilement encore si son roulis est violent, et si ses voiles d'évolution sont impuissantes. Il fait *ainsi son trou dans la mer,* comme disent les marins, assimilant l'action du navire à celle de l'oiseau qui se baigne dans la poussière. Constamment rejeté au fond par les plans inclinés que lui oppose la vague, les roues du navire frappent alternativement la mer, et le choc a d'autant plus d'intensité, qu'elles rencontrent la vague s'élevant avec une vitesse presque égale à leur vitesse d'abaissement. Des

roues de 17 mètres de diamètre ne pouvaient résister, au repos, à de pareils chocs; aussitôt arrêtées, elles se déformèrent. Le gouvernail, impuissant à relever le navire sur les vagues, fut sans doute mis hors d'état par les efforts qu'on lui demandait imprudemment. Les voiles d'évolution furent arrachées par la violence du vent; il fallut se résigner à rester dans cette position qu'aucun marin ne voit sans une certaine angoisse. Mais le salut du navire était dans son excès de stabilité même, dans la hauteur de son pont, et dans sa rigidité de construction. Il supporta bravement la mer furieuse et put gagner la terre sans secours. Il n'avait pas couru de dangers.

Fût-il resté plus longtemps le jouet de la tempête, elle aurait épuisé ses forces contre lui, sans altérer sa rigidité; sans lui rien faire perdre des conditions de sécurité qu'il tient de l'excellence de sa construction comme corps solide.

La version suivante est, de toutes celles qui ont paru dans les papiers du temps, sur le désastre du *Great-Eastern*, la plus saine et la plus détaillée. Elle porte avec elle un cachet de bonne foi qui lui a valu une immense publicité. Nous regrettons seulement que notre traduction lui ôte l'originalité de style du narrateur.

NARRATION DU DERNIER VOYAGE DU GREAT-EASTERN.

« Nous quittâmes Liverpool sous les plus favorables auspices, à deux heures de l'après-midi, le mardi 10 décembre. Les quais étaient, comme d'habitude, à chaque départ du *Great-Eastern*, encombrés de spectateurs à perte de vue, et plusieurs petits bateaux à vapeur nous suivirent pour ramener à la ville les amis des passagers qui les avaient accompagnés. Il était quatre heures quand nous nous remîmes en route. Les premiers moments furent occupés à la distribution des cabines qui n'avait

pas été faite avec ordre avant le départ. La fâcheuse impression du désordre qui eut lieu en ce moment, disparut bientôt devant le confort et la propreté des lits et la bonne disposition des cabines, toutes spacieuses, aérées et convenables. Le mouvement du navire était imperceptible. Le lendemain matin, mercredi, chacun prétendait avoir dormi aussi bien que chez soi, et ce fut avec un certain sentiment de plaisir, que nous constatâmes la présence, autour de la table chargée des mets du déjeuner, de tous les voyageurs sans exception : fait rare au plus haut degré un premier jour de voyage.

« Après le déjeuner, les vastes salons présentaient l'aspect le plus charmant, animés qu'ils étaient par la présence d'un grand nombre de dames groupées sur les sofas dans d'élégantes toilettes de voyage, ou se promenant tranquillement sur les tapis, comme dans un riche et confortable salon de ville. La scène était, sur le pont, plus gaie encore et plus animée.

« La plupart des passagers y faisaient de longues promenades, ou se réunissaient par groupes, assis sur des siéges mobiles, regardant avec intérêt les falaises de l'île d'Émeraude (Irlande) dont les roches noires étaient couvertes d'écume par les vagues qui venaient en frapper le pied et soulevaient des nuages d'embrun.'

« Nous dépassâmes, en ce moment, le paquebot de New-York (*Underwriter*), un des plus grands de sa classe. Il était couvert de voiles et sous l'influence d'une forte brise du sud-est. Son tangage eût été suffisant pour rendre bien malades les neuf dixièmes de nos passagers; nous le dépassâmes avec une vitesse merveilleuse considérant la surface de voiles qu'il portait. Notre navire n'avait pas plus de mouvement que s'il naviguait sur les eaux tranquilles de l'Hudson. Les enfants jouaient à cache-cache sur le pont et même à la balle dans une des cales.

« A midi, après 21 heures de marche, nous avions parcouru 304 milles marins ou plus de 14 nœuds par heure. Le sentiment unanime des passagers était que le voyage s'annonçait comme une excursion de plaisir. La perfection du navire était le sujet général de toutes les conversations ; bien que l'organisation administrative du service des cabines laissât encore à désirer, chacun déclarait qu'il ne traverserait l'Atlantique sur aucun autre navire, tant que *le Great-Eastern* resterait affecté à la ligne de New-York.

« Mais, hélas! l'incertitude des affaires humaines surtout lorsqu'elle s'attache à des tentatives nouvelles, et peut-être aussi la mauvaise étoile de l'infortuné *Great-Eastern* devait démentir ces présages.

« Le lendemain matin, le vent avait fraîchi, nous prenions la mer de travers et le navire roulait légèrement, sans incommoder cependant les délicates natures de la plupart des passagers.

« A deux heures, cependant, le vent s'éleva ; à quatre heures, il soufflait en rafale et le roulis devint très-désagréable, bien que la mer ne fût pas excessive, le vent ne l'ayant pas encore soulevée en proportion de la violence qu'il affectait.

Au repas de quatre heures, il était difficile de se tenir à table ; et je revins vite au salon où je trouvai les meubles en danse. Les siéges, qui n'étaient point attachés au sol, comme ils le sont dans les autres navires, les tables elles-mêmes, et enfin tous les objets mobiles, allaient d'un côté à l'autre, mettant en danger, sinon la vie, au moins les membres des passagers imprudents. Les maladroits, qui se soutenaient aux meubles qu'ils rencontraient sous la main, étaient entraînés avec eux. L'un d'eux fut lancé contre une glace magnifique, ayant toute la hauteur du salon, qui fut brisée en mille pièces, et les fragments, glissant sur le sol, suivirent les inclinaisons du navire.

« Mais cela n'était qu'un échantillon de ce qui se passait dans les autres parties du navire. Quelque effrayant que fût le bruit du choc des meubles dans les salons, ce n'était rien à côté de celui qui s'entendait dans les offices et les salles à manger. Là tous les objets suspendus en cristal, faïence ou métal, tous les objets dont le contact est bruyant, produisaient un tintamarre inimaginable, indescriptible et qui stupéfiait les assistants. Et puis, de temps en temps nous arrivaient des bruits sourds semblables à une décharge d'artillerie entendue à distance qui révélaient aux passagers terrifiés que quelque objet d'un poids considérable venait frapper sur les murailles du navire, comme s'il voulait l'entr'ouvrir et donner accès à la mer.

Il est difficile, d'ailleurs, de dire ce qui était le plus effrayant de ce qui se passait sur le pont ou dans l'intérieur du navire.

« Le capitaine était sur sa passerelle, calme et recueilli, *en apparence*, car il lui fallait une dose considérable d'adresse et de force pour se tenir debout, malgré la violence des mouvements de roulis du navire. Souvent le pont paraissait incliné à 45 degrés et ses énormes murailles, hautes comme une maison de quatre étages, semblaient s'abaisser presque horizontalement sur la surface des vagues. C'était à croire à chaque instant que le navire allait être complétement culbuté en nous engouffrant tous soudainement dans une tombe liquide.

« La scène prenait un tel caractère de grandeur et même de sublimité que l'esprit était disposé à se résigner aux conséquences quelles qu'elles pussent être. Que faire, en effet, et comment lutter contre la nature en furie? Cette masse gigantesque pesant plus de vingt mille tonnes, était agitée comme une plume, nous révélant ainsi notre propre insignifiance, et nous montrant que notre destinée appartenait aux éléments comme celle d'un insecte emporté par la tempête.

« Mais pourquoi parler d'alarmes si déraisonnables? Le na-

vire se relève après chaque mouvement de roulis et il rejette bravement la vague qui s'est élancée sur lui; sans doute ce n'est pas sans dommages, car la mer soulève maintenant des montagnes. A son passage sous le navire, une de nos embarcations, suspendue à 40 pieds de hauteur au-dessus d'elle, est atteinte par la vague et emportée. Une seconde succède à celle-ci, et huit grands canots disparaissent successivement. Deux lames plus hautes que les autres se répandent sur le pont comme des cataractes; mais l'eau s'écoule, le navire se relève toujours et avec d'autant plus de rapidité qu'il s'est enfoncé davantage. Cette résistance incessante semble jeter un défi à l'agitation de la mer. Elle bannit peu à peu toute crainte. Le roulis prend par moment plus de douceur, il est quelquefois majestueux. La coque ne subit ni déchirements, ni torsions, ni craquements, ni flexion. Elle ne subit même pas de trépidation sous l'influence des coups de mer, ainsi que cela se produit dans les navires plus faibles. Le monstre semble, en apparence, indifférent, et la tempête peut impunément épuiser sa rage contre ses colossales murailles.

» Après avoir été rassurer les dames de ma famille dans les cabines, je me hâte de retourner sur le pont. J'y lis de l'inquiétude sur les visages des matelots. J'entends sortir d'une bouche dont les lèvres n'ont plus de sang, ces mots prononcés à voix basse : *les machines sont arrêtées ;* mais je m'assure par moi-même que l'arrêt est ordonné. Un lourd rouleau de plomb en feuille s'est détaché du point où il était arrimé, dans la chambre de la machine. C'est un danger pour le mécanisme dans lequel il peut s'engager. La marche des machines à roues est donc momentanément suspendue. L'hélice continue à fonctionner, puis les roues reprennent leur travail à demi-vitesse, avec une aisance et une régularité qui semblent exclure toute crainte d'accident.

« Nous entrons cependant dans la phase des dangers réels. Toujours dans le creux des lames, toujours secoués par les mêmes mouvements de roulis, et les roues ayant à peine repris leur travail, nous entendons l'une d'elles émettre un bruit semblable au roulement du tonnerre; il résonne dans toutes les parties du navire. C'est que, pendant l'arrêt des machines, cette roue frappée par la mer et la frappant elle-même, par suite du mouvement de roulis, ces chocs intenses ont plié deux rayons, et les aubes viennent frotter violemment la paroi du navire à chaque révolution. Il n'y a pas d'autre alternative que d'arrêter les machines de nouveau, et de s'en fier à l'hélice seule. C'est ce qui est fait.

« Les roues ainsi abandonnées à l'action des lames vont être bientôt détruites. Personne n'a pu décrire comment cette démolition s'est produite si rapidement. Toujours est-il qu'au point du jour, rien ne restait d'elles que leurs axes. Les rayons gigantesques, les traverses et les aubes avaient disparu, et les tambours étaient vides. La nuit a suffi pour enlever ces solides charpentes. Ceux des passagers qui avaient les plus simples rudiments des connaissances nautiques, se demandaient naturellement pourquoi le navire était ainsi laissé dans le creux des lames, pourquoi il n'était pas dirigé sur le vent. La réponse aussi inexplicable que peu satisfaisante, était que le navire ne gouvernait plus, que le gouvernail avait été, pendant toute la nuit, mis au vent ou sous le vent et sans succès. Cependant, nous fûmes témoins d'un dernier effort pour amener le navire au vent, effort dangereux sans doute pour le gréement, dans une tempête, mais excusé par la nécessité de sortir enfin d'une position désagréable. Dans ce but, une des voiles d'évolution est hissée; mais elle est à peine déployée, qu'elle est emportée avec une succession d'éclats semblables à ceux d'un feu de peloton. La fureur de la tempête la déchire et la transforme en

rubans qui jouent au gré du vent comme des pavillons. Une autre voile est essayée. Elle résiste une demi-heure et suit enfin celle qui l'a précédée. La tentative a donc échoué, et nous roulons incessamment dans le creux des vagues. La puissance destructive semble nous regarder en face, car les lames augmentent en volume et en vitesse, et reviennent incessamment à la charge. On dit encore tout bas que l'énorme chaîne-câble pesant environ 30 tonnes, s'est détachée, qu'elle glisse d'un côté du navire à l'autre, qu'elle va probablement traverser le double bordé en fer qui ferme la muraille. Le parc à bestiaux se détache, l'une des vaches est mortellement blessée, l'autre lancée dans l'écoutille du salon des dames y tombe brisée et inerte. Sa chute y a causé un effroi indicible. Les bruits les plus sinistres et les plus exagérés d'accidents arrivés aux passagers se répandent. Quatorze personnes, dit-on, ont les jambes brisées. Mais bientôt cela se réduit à un seul accident de ce genre éprouvé par le chef cuisinier. La nuit arrive, la plupart des passagers retournent à leurs cabines : peu dormiront. Cependant la contenance de tous, même des dames, n'accuse plus de folles terreurs. Le jour revient, et avec lui des espérances nouvelles. Nous sommes toujours, il est vrai, dans le creux des lames, et le roulis est aussi violent que le jour précédent, mais le vent a diminué de violence : le danger est moindre, et d'ailleurs la lumière du jour, qui fait apprécier sainement l'intensité des phénomènes, rassure les passagers. On nous apprend alors que la rupture du gouvernail est la cause réelle pour laquelle le navire est pendantsi longtemps resté dans le creux des vagues. C'est à la partie supérieure, que l'arbre vertical s'est brisé. Une soudure défectueuse apparaît dans la cassure.

« Abandonné à lui-même, il a frappé avec une violence inouïe l'arrière du navire. C'était là la cause des bruits formidables qui s'étaient fait entendre. Ce n'était pas la seule. Deux

réservoirs d'huile en fer, de 3 tonnes chacun, s'étaient détachés de leurs lits d'arrimage sous le premier pont, et, roulant d'un bord à l'autre, avaient détruit en mille pièces les cabines et lits de l'équipage. Impossible de les saisir.

Leur force de projection contre les murailles du navire semblait irrésistible. Mais, grâce à la solide constitution du bordé, ils finirent par s'ouvrir et se déformer en laissant à peine quelques marques de leurs mouvements furieux. Ces résultats relevaient le courage de tous. La résistance de la coque était incontestable; on comprenait qu'elle ne pouvait être soumise à de plus terribles épreuves que celles qu'elle avait traversées. Le capitaine observait qu'aucun navire ainsi livré à la fureur des éléments n'eût résisté. Le *Great-Eastern* n'avait perdu que des ouvrages extérieurs. Le corps du navire était aussi sain dans toutes ses parties vitales qu'en sortant du port.

« Mais une bien vive cause de chagrin attendait les dames. L'eau avait pénétré par une écoutille mal fermée sur le pont, dans la soute aux bagages et l'avait en partie remplie. Les malles, les caisses, les colis de tous genres avaient ainsi flotté, se mélangeant, se détruisant, et les charmantes toilettes, les écrins, les nécessaires, les papiers précieux, les portraits confondus avec les pièces de velours et de soie, enfin toutes ces choses si chères aux voyageurs présentaient l'aspect d'un amas de chiffons broyés dans une cuve à fabriquer le papier. Il y avait là une faute grave de la Compagnie. Cette cale était un lieu de dépôt provisoire et n'avait été qu'en partie vidée du bagage des passagers, par suite de la négligence du service.

« Le samedi et une grande partie du dimanche furent employés par le capitaine, les mécaniciens et l'équipage à établir un appareil provisoire pour ressaisir l'arbre du gouvernail. Un moyen suggéré par un passager, M. Greatoux, de Manchester, habilement exécuté par M. Towle, ingénieur américain, réussit

complétement. Il consistait à entourer l'extrémité de l'arbre du gouvernail qui présentait des nervures, par une masse de chaînes reliées aux roues de manœuvre. Cet appareil insuffisant était aidé par une énorme chaîne entourant le safran du gouvernail et manœuvrée du pont du navire.

« Dans l'après-midi du dimanche nous mîmes en route pour Queen's-Town. Mais, depuis la veille, toutes les inquiétudes étaient calmées par la présence d'un petit brick qui, sur la demande du capitaine du *Great-Eastern*, passa la nuit et le jour dans nos eaux. La profonde reconnaissance de huit cents êtres humains lui était acquise, et nous sommes en droit de supposer, qu'à l'entrée du navire dans le port, il a reçu un gage plus substantiel du service moral qu'il avait rendu. Lundi matin, nous vîmes apparaître avec des transports de joie *le Persia*, en route pour New-York, ayant quitté Queen's-Town depuis 18 heures. Au moins, l'inquiétude de nos amis d'Amérique, sur notre sort, sera-t-elle calmée lorsqu'arriveront les premières nouvelles de notre désastreuse aventure.

« Le soir, du même jour, une réunion des passagers de première classe vota une série de résolutions, condamnant les installations à bord et le lestage du navire; invitant le *Board of Trade* à instituer une enquête sur les conditions dans lesquelles le *Great-Eastern* avait pris la mer. Des éloges furent donnés à la résistance extraordinaire de la coque du navire et à la conduite du capitaine, spécialement *depuis* le désastre. Une souscription en faveur des hommes qui s'étaient particulièrement dévoués à la réparation du gouvernail fut ouverte et remplie.

« Le mardi soir, nous jetions l'ancre dans la rade de Queens-Town, huit jours après notre départ de Liverpool.

« Je me suis borné à la stricte narration des faits, évitant de traiter d'importantes questions de responsabilité. Qui donc ici est à blâmer? Ce ne sont ni les constructeurs du navire, ni ceux

des machines. Tant que les roues ont été en travail, la massive grandeur de leur action, lente, pesante et régulière les mettait à l'abri de tout accident. Pas de secousses, pas de déformations. L'hélice n'a jamais cessé de fonctionner à satisfaction ; seule, elle imprimait au navire une vitesse de 9 nœuds. Quant aux ouvrages extérieurs, ils manquaient de solidité. La destruction des roues et du gouvernail l'atteste ; et quant à l'ameublement intérieur, il est évident qu'il était disposé commme si le navire eût été construit pour une navigation fluviale (il reste à expliquer comment dix-huit traversées entre Liverpool et New-York, se sont régulièrement accomplies sans que l'apparence des accidents qui se sont produits cette fois ait été même soupçonnée.

« Quant à la disposition du navire à rouler, il est probable que jamais on n'y pourra remédier entièrement. Le navire est trop haut sur l'eau, et serait, sans aucun doute, sérieusement amélioré s'il était abaissé d'un étage. Mais il est probable qu'il eût été convenablement stable, s'il eût porté 4 ou 5,000 tonnes de marchandises ou de lest en addition à sa faible cargaison qui n'était que d'environ 100 tonnes de frêt et 5 ou 6,000 tonnes de charbon. Il ne faut pas s'étonner que n'ayant ainsi que le quart de son chargement, il fût aussi mobile qu'un bateau d'écorce.

« On a beaucoup blâmé le capitaine d'avoir trop longtemps tenu le navire dans le creux des lames, au lieu de lui mettre l'avant dans le vent. Tous les marins sont d'accord qu'on doit en agir ainsi quand le vent et la lame prennent le navire par le travers. C'est par une erreur du même genre que l'*Australasian* eut une partie de son pont emportée et éprouva des avaries très-sérieuses. Quoi qu'il en soit, aucune personne habituée à la mer, embarquée sur le *Great-Eastern* ne doutait que si le capitaine eût tenté de mettre le navire debout au vent quand la tempête s'éleva, c'est-à-dire à 4 heures dans l'après-midi du fatal mardi, il aurait monté dans le vent sans accident et avec plus d'aisance

qu'aucun autre. Les marins de l'équipage disaient que, dans son voyage de mai sur New-York, le navire avait rencontré des vents plus violents, qu'il avait roulé fortement pendant une demi-heure, puis qu'il avait été porté au vent avec une facilité merveilleuse, comme si il eût été en rade. Son immense longueur, qui empêche le tangage, a aussi pour effet de le rendre indifférent à une mer debout. »

Suivant le narrateur, le capitaine, qui montait ce navire pour la première fois, n'avait pas une connaissance suffisante de ses défauts et de ses qualités nautiques.

« Pour conclure, dit-il, en terminant, qu'il me soit permis d'exprimer l'opinion que, malgré cette fâcheuse aventure, le *Great-Eastern* est le plus noble des navires à flot, non-seulement à cause de ses dimensions, mais par d'autres qualités. Il est à la fois le plus solide et le plus confortable (le seul confortable) navire sur l'Océan. Le mal de mer est à peu près inconnu à son bord. Il sera regrettable de lui voir quitter la ligne la plus importante par son trafic en marchandises et par l'affluence des passagers. »

L'histoire technique et économique du *Great-Eastern*, se réduit à des termes simples.

Comme vitesse moyenne, il s'est montré le plus rapide des Transatlantiques.

Si on rapporte sa consommation en combustible à son tonnage utile, il est le plus économique de tous les navires.

En effet : son tonnage utile est de.....	13.344tx.
Il dépense 327 tonnes de charbon par 24 heures, à 13t39	
Le tonnage utile du *Scotia* est de.....	5.328 »
Ce navire dépense 130 tonnes de charbon par 24 heures, à 12t32.	
Le tonnage utile du *China* est de.....	1.540 »

Ce navire dépense 90 tonnes de charbon par 24 heures, à 12 nœuds.
Le Great Eastern dépense 1000 kil. de charbon par nœud, à la vitesse de..... 13nds39
Le Scotia dépense..... 441 kil. de charbon par nœud, à la vitesse de..... 12 32
Le China dépense..... 312 kil. de charbon par nœud, à la vitesse de..... 12 »
Le Great Eastern dépense donc pour 1000 tonneaux, à 13nds39..... 75 kil. de combust.
Le Scotia, à 12 32 d° d° 187 d°
Le China, à 12 » d° d° 202 d°

Pour une traversée transatlantique, d'Angleterre à New-York, *le Scotia* doit embarquer 1,600 tonnes de charbon pour 2,358 tonnes de jauge; *le China*, 1,200 tonnes de charbon pour 1,540 tonnes de jauge; *le Great-Eastern*, 4,000 tonnes de charbon pour 13,344 tonnes de jauge.

Le Great-Eastern a l'avantage, dû à sa longueur, à la hauteur de son pont, à ses lignes d'eau et à son poids, d'être à la fois le navire le plus indifférent à l'agitation de la mer, quand il navigue debout à la lame, et celui dont le pont embarque le moins d'eau, dans cette position.

Le Great-Eastern n'évolue pas avec la même facilité que *le Scotia* et *le Persia*, ce qui est dû à sa longueur. C'est pour cela qu'il lui est difficile de sortir du creux des lames, à moins de prendre assez de vitesse pour donner plus d'action au gouvernail.

Ainsi, au point de vue technique, si on considère le problème comme posé dans les termes suivants :

Quel est le navire qui peut transporter avec le plus de vitesse et d'économie, d'Angleterre en Amérique, un volume de 13,344 tonneaux utilement divisé et disposé pour recevoir une cargaison et des installations de voyageurs? Nul doute que ce ne soit *le Great-Eastern*, puisque ce navire produira cet effet

en un voyage, avec une consommation de 3,000 tonnes, tandis qu'il en faudra 5, 6 au *Scotia*, et 7,250 tonnes de charbon, et 8, 6 au *China* avec 9,000 tonnes de charbon.

Le rapport sera à peu près le même, pour toutes les autres sources de dépense.

La supériorité, comme faculté de transport et comme vitesse, est donc assurée au *Great-Eastern*.

Mais c'est justement l'excès de ses dimensions qui, lui donnant une supériorité absolue au point de vue technique, lui donne une infériorité plus grande au point de vue pratique.

Cet espace de 13,344 tonnes ne peut être toujours utilisé. S'il l'est en marchandises lourdes, il est à peu près certain que le navire perdra sa vitesse par suite d'une trop forte immersion. S'il l'est en marchandises légères, il peut faire un frêt avantageux, mais la difficulté est de trouver un pareil chargement. Enfin, il faudrait que les vastes installations disposées pour les voyageurs fussent remplies.

Le compte simulé des dépenses et des recettes d'un voyage d'aller et retour, fera ressortir les conditions d'une pareille spéculation.

La durée du séjour du navire est supposée de 45 jours dans les deux ports, pour un voyage d'aller et retour, afin de laisser une marge pour le passage au bassin deux fois par an. Il faut ajouter en outre 21 jours de mer : soit 66 jours par voyage.

Ajoutons un mois de séjour éventuel au port chaque année, ce qui correspond à un séjour de 6 mois dans un port tous les six ans pour de grandes réparations. Ce sont ainsi cinq voyages complets que pourra faire chaque année le *Great Eastern*, son coût de construction est estimé 800 fr. par tonne de jauge brute,

soit 18,915 tonnes × 800 fr.	15,132,000 fr.
2,600 chevaux de force à 1200 fr.	3,120,000
Prix d'établissement.	18,252,000

L'assurance, l'amortissement, et l'entretien annuels doivent être comptés à 18 pour 100, soit 3,285,000 fr. et par voyage. . . . . 657,000 fr.
6,200 tonnes de charbon à 30 fr. 186,000
subsistances, salaires, dépenses diverses. 325,000

Total. . . . . 1,168,000 fr.

Ces dépenses doivent être couvertes par le frêt sur les passagers et les marchandises dans la proportion habituelle des 3/4 pour les passagers, soit, au prix moyen de 350 fr., 1250 passagers à l'aller et autant au retour, soit. 875,000
Et en marchandises 2,000 tonnes à l'aller et autant au retour, au taux moyen de 73 fr. 293,000

Total. 1,168,000

Tel serait le mouvement nécessaire pour couvrir les frais d'exploitation du *Great-Eastern*.

Si on y ajoute l'intérêt du capital à 10 pour 100, chaque voyage serait grevé d'une dépense de 365,000 fr. correspondante à 525 passagers de plus dans chaque sens.

En résumé, si le *Great-Eastern* avait un mouvement assuré de 1775 passagers par trajet et de 2,000 tonneaux de marchandises, il pourrait être placé avec avantage sur la ligne de Liverpool à New-Yorck.

Mais l'éventualité d'une pareille circulation est encore bien éloignée de nous, et puis la série des accidents éprouvés par le navire lui a fait perdre la confiance publique. Désemparé d'un cylindre pendant 4 trajets sur 18, d'une roue pendant deux autres, de ses deux roues et de son gouvernail dans le dix-neuvième trajet, et puis enfin la violence de son roulis constatée lorsque ce navire, désemparé de ses moyens de direction, est tombé dans le creux des lames, c'était trop pour que le *Great-Eastern*

gardât le prestige que onze heureuses traversées lui avaient acquis. Autant il avait d'admirateurs, autant il trouve de critiques ou d'indifférents.

Se relèvera-t-il d'un discrédit ainsi complet? Le temps seul répondra. A ce point de vue, il est d'un grand intérêt de savoir comment le *Great-Eastern* s'est comporté à la mer avec un chargement complet lui donnant son tirant d'eau normal. A en croire les rapports insérés dans les journaux, les deux épreuves qu'il a subies dans ces circonstances contribueront beaucoup à la réhabilitation de ce navire. Il s'agit de la pose du câble transatlantique entre l'Irlande et l'Amérique. Il importe de faire remarquer d'abord que le chargement du câble dans le navire a dû relever considérablement son centre de gravité, ce qui a beaucoup allongé la période d'oscillation du roulis de telle sorte qu'il eût fallu une mer de travers, ayant de très-grandes ondulations pour donner aux oscillations naturelles du navire leur plus grande amplitude. Cette circonstance ne s'est pas rencontrée. Le navire a montré sous ce rapport une parfaite tenue à la mer. Il est vrai qu'il a très-rarement navigué par la mer de travers, les vents de Nord et de Sud s'étant montrés rares et peu violents.

Le second point qui mérite attention, c'est que le chargement a été réparti dans la longueur du navire de façon à donner un moment considérable à ses extrémités. La nature du chargement l'exigeait sans doute. Toujours est-il que dans sa navigation de Londres à Valentia, le *Great-Eastern* ayant rencontré un temps exceptionnellement mauvais, a éprouvé des oscillations de tangage qui, malgré sa hauteur sur l'eau, lui ont fait embarquer des lames, tandis que le roulis n'atteignit pas plus de trois degrés. Dans les navigations précédentes, le *Great Eastern* montrait dans les mers debout une immobilité remarquable ; cette fois, la disposition de son chargement donna une telle amplitude aux

oscillations que plusieurs coups de mer très-violents frappèrent la coque du navire en le couvrant d'embrun.

Rien ne prouve mieux combien le chargement d'un navire exige les notions de l'art nautique. Le chargement modifie essentiellement les qualités d'un navire et l'expérience seule n'est pas un guide suffisant.

Toujours est-il que le *Great-Eastern* sort aujourd'hui de ces deux graves épreuves, réhabilité comme navire. Il a servi à l'accomplissement de l'œuvre la plus difficile, la plus aventurée, et peut-être aussi l'une des plus fécondes de notre époque. Il était le seul navire capable de l'accomplir, parce qu'il est le seul auquel ses dimensions et sa solidité permettent de porter un pareil fardeau et de dominer la mer au même degré. Il a rendu à son auteur, l'ingénieur le plus brillant du siècle, l'estime que le public restitue toujours avec reconnaissance, aux esprits hardis et initiateurs.

Enfin il reste tant à faire dans la voie qu'il vient d'ouvrir qu'on ne peut qu'espérer la continuité de ce premier succès.

NOTE PREMIÈRE

MOUVEMENT MOLÉCULAIRE DE L'EAU DANS L'ONDULATION.

SOMMAIRE. — Extraits des mémoires de Virla sur la théorie d'Emy. De la génération et du mouvement des ondes. Hypothèse du mouvement orbitaire. Invraisemblance de ce mouvement. Vitesse des molécules dans ce mouvement. Explication des phénomènes et des faits contenus dans le mémoire d'Emy d'après les principes de la théorie de Newton sur le mouvement des ondes. Oscillations des molécules d'eau. Théorie du syphonement, formation des ondes dans cette théorie ; équation et tracé de la courbe des ondes. Simultanéité, réflexion et raccourcissement des ondes. Profondeur de l'agitation de la mer.

Nous n'avons pas caché notre surprise du langage à la fois sévère et dédaigneux avec lequel Airy a traité les travaux de Poisson et de Cauchy sur le mouvement moléculaire de l'eau dans l'ondulation.

La même impression est motivée par son silence sur les études d'Emy, dont il a adopté la théorie en ce qui concerne le mouvement orbitaire, sans en dire la source, comme s'il l'avait ignorée.

Il n'y a que deux hypothèses possibles : la théorie d'Emy a fait trop de bruit et les remarquables mémoires de Dulcau et de Virla, qui l'ont combattue, ont trop vivement éveillé l'attention des ingénieurs et des savants de tous les pays pour qu'Airy ait pu ignorer cette belle discussion, s'il a voulu s'éclairer des études antérieures à lui.

S'il a voulu s'éclairer, il a dû connaître ces travaux. C'est la première hypothèse.

L'identité remarquable des dessins et figures jointes aux mémoires d'Emy et de Virla (1835), avec celles sur lesquelles Airy décrit sa théorie, vingt ans après (1855), semblerait en confirmer l'origine.

Si après s'être chargé de rédiger, pour l'*Encyplopédie britannique,* les divers articles : *Tides and Waves,* marées et ondulations (1), il a négligé volontairement de rechercher les études faites avant lui, il n'aura pas davantage lu Cauchy et Poisson, qu'il n'a lu Emy, dont il adoptait la théorie, et Virla qui en démontrait l'erreur. C'est une seconde hypothèse.

Ni l'une ni l'autre ne sont favorables à Airy, car il résulterait de la première qu'il se serait approprié la théorie d'Emy, et qu'il aurait ainsi commis à la fois un plagiat et probablement une erreur scientifique, ce qui, en face d'un nom aussi respectable que le sien, est inadmissible : ou bien qu'il n'aurait ni lu ni étudié les travaux qu'il a si dédaigneusement condamnés. C'est cette dernière hypothèse que nous adoptons.

L'importance des études de Virla, dans cette question, est considérable. Comme celles d'Emy et de Brémontier, elles avaient pour but de déterminer l'action de la mer sur les ouvrages destinés à la contenir, à en dominer l'agitation, tels que les digues, les brise-lames, les jetées, les phares. Il les a publiées dans les *Annales des ponts et chaussées.* L'occasion des études de Virla était l'achèvement, plutôt la reconstruction de la digue de Cherbourg, qui a immortalisé son nom; les *Annales* étaient alors et sont restées le recueil le plus estimé de la science appliquée aux travaux de l'ingénieur.

Les mémoires d'Emy, Brémontier et Virla, y furent insérés en 1834 et 1835. Et c'est en 1853 qu'Airy a écrit ses articles

(1) Airy a en outre écrit, pour le même ouvrage, sur la trigonométrie et sur la figure de la terre.

encyclopédiques, publiés, depuis, sous forme de traités, et dont les résultats ont été admis en Angleterre sans contestation, tandis que l'Institut Français ouvrait un concours sur les mêmes questions, qu'il ne considère pas comme résolues, et le maintenait ouvert pendant plusieurs années.

Nous avons pensé qu'un extrait du mémoire de Virla était le complément nécessaire de l'exposé des doctrines diverses des savants sur les lois du mouvement moléculaire de l'eau dans l'ondulation, lois essentielles à connaître pour apprécier sainement les effets de l'agitation de la mer sur les navires. Ce mémoire se divise en deux parties. Virla se propose d'abord d'examiner la théorie d'Emy, du mouvement orbitaire des molécules.

« J'essayerai, dit-il, de prouver ensuite comment il est possible d'expliquer, d'après la théorie du mouvement des ondes, admise par Newton, les faits que l'auteur trouve inapplicables dans tout autre système que le sien. »

PREMIÈRE PARTIE

DU MOUVEMENT ORBITAIRE DES MOLÉCULES LIQUIDES DANS LES ONDES

De la génération et du mouvement des ondes.

Tout le monde sait que le mouvement de translation des vagues n'est qu'apparent, et que les molécules de l'eau montent et descendent pour former le flot et le creux de chaque onde, sans être animées d'une vitesse continue dans le sens horizontal. J'appellerai *flot* la partie de chaque ondulation qui s'élève au-dessus du niveau de la surface liquide, supposée en repos, et *creux* les dépressions qui séparent les flots. Une onde sera formée d'un flot et de deux demi-creux; de sorte qu'elle aura pour longueur la distance horizontale qui sépare les milieux de deux creux et de deux flots consécutifs, et pour hauteur, celle qui existe entre les deux lignes droites qui sont tangentes aux points les plus hauts et les plus bas d'une série d'ondulations.

Brémontier, dans ses recherches sur les mouvements des ondes,

admet, comme un fait constaté par ses propres expériences, que les molécules de l'eau ne sont assujetties, pendant l'ondulation, qu'au seul mouvement d'oscillation verticale, du moins sur une assez grande profondeur. D'après ce principe, assez généralement reconnu, en représentant la ligne A B (fig. 31, pl. 1), le niveau vrai de la mer, lorsqu'elle est tranquille, et *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, la courbure de sa surface, lorsqu'une suite d'ondes s'y développe régulièrement de A vers B, il arrivera que toutes les molécules des tranches verticales comprises dans les flancs *ab*, *cd*, s'abaisseront successivement, tandis que celle des tranches qui appartiennent aux flancs *bc*, *de*, s'élèveront, de manière que les sommets *b*, *d*, et les creux *a*, *c*, paraîtront se mouvoir de A vers B sans que la forme des ondulations s'altère.

Les ondes qui se propagent à la surface de la mer sont loin d'avoir la régularité absolue que j'ai supposée dans la fig. 1. D'abord l'action du vent, variable à chaque instant, en altère presque toujours la forme; ensuite elles diminuent d'intensité à mesure que, dans leur mouvement de translation, elles s'éloignent du centre de l'ébranlement. Toutefois, en ne considérant que l'ensemble de quelques ondes, on peut toujours admettre qu'elles sont égales sur une certaine longueur A B, et cette condition sera sous-entendue dans tout ce qui va suivre.

Hypothèse du mouvement orbitaire admise par Emy.

Emy, généralisant le principe du mouvement vertical des molécules, plus que ne l'a fait Brémontier, arrive à conclure qu'il n'existe pas. Tout prouve, dit-il, que l'agitation de la mer, pendant ses ondulations, a une limite inférieure, et que le mouvement des molécules doit diminuer depuis la surface jusqu'à cette limite où il devient nul; ce qui ne pourrait s'expliquer, dans l'hypothèse de Brémontier, que par la compressibilité de l'eau, qui n'est point admise. En décomposant ensuite une ondulation en plusieurs tranches verticales, il remarque que ces tranches ne pouvant changer de volume pendant l'oscillation, il faut nécessairement qu'elles s'amincissent, en s'allongeant, pour former la masse du flot, et qu'elles s'élargissent, en se déprimant, pour laisser le vide du creux; qu'ainsi chaque molécule, indépendamment de son mouvement vertical d'élévation et d'abaissement,

est aussi douée d'un mouvement horizontal, qui rapproche ou écarte ces molécules les unes des autres, selon qu'elles sont au-dessus ou au-dessous de leur niveau naturel.

De la combinaison de ces deux mouvements, qui vont diminuant d'amplitude, depuis la surface supérieure jusqu'à la limite de l'agitation, l'auteur fait résulter un mouvement unique, en ligne courbe, et d'après lequel chaque molécule décrit, pendant sa double oscillation, une orbite fermée qui est une ellipse ayant son grand axe vertical. Les molécules des différents niveaux n'arrivent que successivement aux mêmes hauteurs, et sont disposées sur des surfaces dont les coupes affectent, à un instant donné, les formes (fig 2.) *a b c d e* pour le niveau supérieur, et *a' b' c' d' e'* ou *a'' b'' c'' d'' e''* pour les niveaux inférieurs.

Courbe de l'ondulation d'après le mouvement orbitaire.

La construction de la courbe qui représente la coupe de l'ondulation, dans cette nouvelle hypothèse, s'obtient de la manière suivante. Sur la ligne horizontale des abscisses, on divise la longueur AC d'une onde en un certain nombre de parties égales, proportionnelles aux temps. Sur chacun des points de division, on élève une ordonnée qui représente le grand axe d'une orbite elliptique; en partageant ensuite chaque orbite en autant d'arcs égaux qu'il y a de ces points de division, et faisant passer une ligne par le numéro de chaque orbite qui correspond à celui de son grand axe, on obtient la courbe qui représente l'ondulation. Il résulte de la génération de cette cycloïde, que les rayons de courbure qui répondent aux flots, sont beaucoup plus courts que ceux qui répondent aux creux; et que cette différence sera d'autant plus grande que le rapport de la hauteur de l'onde à sa longueur sera lui-même plus grand. Le volume d'eau, élevé par les flots, devant être égal à celui de l'abaissement des creux, il s'ensuit que la ligne qui représente le niveau de l'eau tranquille ne passe plus par le milieu de la hauteur totale de l'ondulation; résultat absolument contraire à l'opinion commune. L'aspect des flots, tel qu'il résulte de cette génération, est aussi plus aigu qu'on ne le représente généralement, surtout quand les ondes ont une longueur à peu près quadruple de leur hauteur, proportion qu'elles affectent toujours lorsqu'elles se produisent régulièrement, et qu'elles ont atteint le maximum d'intensité.

Invraisemblance de ce mouvement.

En lisant le mémoire de M. Emy, on est conduit à croire qu'il n'a adopté l'hypothèse du mouvement orbitaire des molécules, que par l'impossibilité, selon lui, d'expliquer autrement la formation des ondes; et que c'est *à priori* et sans expériences qu'il a d'abord admis ce principe : de sorte que si l'ancienne théorie pouvait, comme on le verra plus tard, résoudre cette difficulté, la supposition d'un pareil mouvement deviendrait aussi inutile qu'elle est invraisemblable. Comment, en effet, se rendre bien compte de l'existence de son mouvement? Comment concevoir que la combinaison d'un choc avec les pressions qui agissent sur chaque molécule liquide, produise des vitesses de révolution, non pas d'une certaine masse autour d'un centre matériel, mais de chaque molécule autour d'un centre différent et immatériel? En suivant les conséquences de son hypothèse, l'auteur conclut que, dans un mouvement qui s'affaiblit pour revenir au repos, les orbites deviennent des spirales dont la forme dépend des forces retardatrices. Or, ces molécules, qui reprennent leur équilibre, au centre de leurs orbites, doivent aussi partir du même point, lorsqu'un ébranlement subit produit l'ondulation, parce qu'autrement il y aurait déplacement de la masse du liquide. Il est bien difficile cependant de concilier, dans ce dernier cas, l'ondulation presqu'instantanée que produit un choc, avec un mouvement en spirale, qui devrait suivre dans son accélération, la loi qu'on lui attribue ensuite dans son décroissement.

Vitesse des molécules dans le mouvement orbitaire.

Emy ajoute encore, à propos de la réflexion, que, dans les gros temps, l'effet du choc des molécules contre les parements verticaux qu'elles viennent frapper, expose ces parements à des secousses violentes. Or, il est facile d'avoir une approximation de la vitesse des molécules à l'instant du choc. Brémontier a trouvé que, dans les grandes ondes qui ont quatre mètres de hauteur, la durée de l'oscillation était de 20″. C'est évidemment le temps qu'il faudra à chaque molécule de la surface, ainsi qu'à toutes celles de la masse ondulante, pour accomplir leur révolution sur leurs orbites. En supposant, pour chacune de ces orbites, à la

surface, le grand axe double du petit axe, son développement ne pourra pas être de plus 12m00, et la vitesse des molécules ne dépassera pas la valeur moyenne de 0m60 par seconde. Pour les orbites des niveaux inférieurs, cette vitesse diminuerait successivement jusqu'à devenir nulle à la limite inférieure de l'agitation. Maintenant, qu'on double encore, si l'on veut, cette vitesse de 0m60, et l'on se demandera si l'on doit craindre l'action d'un courant horizontal plus faible que ceux auxquels résistent parfaitement tous les ouvrages hydrauliques, même les plus imparfaits.

DE L'OSCILLATION DES MOLÉCULES DE L'EAU DANS LE MOUVEMENT DES ONDES.

Du mouvement des molécules liquides dans les ondes.

Le principe du mouvement vertical des molécules de l'eau, dans une masse de liquide en ondulation, est un fait qui a été constaté par un grand nombre d'expériences; mais la direction constante de ce mouvement, jusqu'à la limite inférieure de l'agitation, ne peut être regardée comme une conséquence nécessaire de ce principe, ainsi que l'a fait M. le colonel Emy. Tout porte à croire, au contraire, qu'à un niveau plus ou moins bas, la direction de ce mouvement doit changer, et peut même devenir horizontale. Les observations de Brémontier prouvent, en effet, que, partout où les vitesses des tranches liquides restent verticales, ce liquide n'exerce qu'un simple frottement sur les surfaces qui se présentent parallèlement à la direction de son mouvement, tandis qu'à une profondeur plus grande, les filets des pêcheurs sont roulés, déplacés et transportés à une grande distance, par l'effet d'un autre mouvement, qui ne peut plus être vertical. L'action de la mer sur les matériaux de la digue de Cherbourg, et une foule de circonstances citées par M. Emy, et qu'il cherche à expliquer par les flots de fond, viennent aussi confirmer ce changement de direction de la vitesse inférieure d'un liquide en ondulation.

Ce changement de direction s'explique avec facilité, en admettant, avec Newton, que les oscillations des molécules liquides dans les ondes, sont analogues à celles de l'eau dans un tuyau

recourbé. M. Émy prétend que l'expérience a prouvé que ce mouvement n'existait pas, quoiqu'il ne cite aucune preuve de cette assertion, et qu'il convienne lui-même de l'impossibilité de constater, par l'observation, des faits qui se passent sous l'eau et à une profondeur qui peut être très-grande. C'est cependant pour expliquer un mouvement horizontal, assez semblable à celui dont il s'agit, que l'auteur a admis un phénomène tout à fait hypothétique, et beaucoup plus invraisemblable que celui du syphonement.

De la théorie du syphonement comparée à celle des petites oscillations.

Lagrange, qui a donné, dans sa *Mécanique analytique*, une solution du problème des ondes, pense que la supposition de Newton est insuffisante pour rendre raison de ce phénomène. Il est forcé d'admettre cependant, pour arriver à la résolution de ses équations, que l'ébranlement de l'eau, dans les ondes, n'a lieu que sur une hauteur très-petite; ce qui est évidemment moins admissible et plus contraire aux faits observés que l'hypothèse de Newton. En effet, si x est la profondeur à laquelle l'eau est agitée, et n la vitesse des ondes, exprimée en mètres par seconde, on aurait, d'après la formule de Lagrange :

$$a = \frac{n_2}{9{,}81}$$

de sorte que, pour des ondes observées par Brémontier, et qui ont 2 mètres de vitesse et 4 mètres de creux total, on aurait :

$$a = \frac{4}{9{,}81} = 0\text{ m. }40$$

la profondeur de l'agitation ne serait donc que de 0m40, et, par conséquent, moindre que la demi-hauteur de l'onde, ce qui est absolument impossible.

La théorie de Newton, qui repose sur une simple hypothèse, quoique moins rigoureuse que celle de Lagrange, déduite de l'équation générale du mouvement des fluides, explique beau-

coup mieux les faits et les phénomènes résultant de la propagation des ondes, sans être en contradiction avec aucun. On va voir, d'ailleurs, comment la considération des oscillations verticales des molécules de l'eau conduit naturellement à la théorie du syphonement dans les ondulations, théorie que nous adopterons dans tout ce qui suivra.

Formation des ondes d'après la théorie du syphonement.

Soient AB, fig. 3, la ligne qui représente le niveau vrai de la mer, lorsqu'elle est tranquille; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, la courbure de sa surface, lorsqu'une suite d'ondulations s'y développe régulièrement de A vers B; et PQ la trace d'un plan horizontal, au-dessous duquel la mer n'éprouve plus d'agitation. L'abaissement des tranches *br*, *ps*, *p' s'*, *p'' s''*..., au-dessous de leur niveau moyen, peut être regardé comme produit par des pressions qui agissent de haut en bas, et se transmettent ensuite dans toutes les directions, d'après le principe de l'équilibre des fluides. Cet abaissement est différent pour chacune des tranches, à un instant donné, parce que l'action de l'adhérence ne peut se transmettre que successivement. Ainsi, à partir de *br*, chaque branche se trouve soumise à une action de haut en bas, résultant de l'adhérence des molécules, et à une pression de bas en haut, qui tend à produire une vitesse contraire. Tant que la première action l'emporte sur la seconde, les tranches *ps*, *p' s'*... descendent jusqu'à la tranche *p'' s''*, qui se trouve en équilibre entre ces deux efforts, et conserve à cet instant son niveau moyen. Les tranches suivantes *p''' s'''*, *p'''' s''''*, etc., pour lesquelles la tendance au mouvement de bas en haut l'emporte sur celle qui lui est contraire, s'élèvent de plus en plus jusqu'à la branche *cr'*, qui arrive à la hauteur *cn*, égale à l'abaissement *mb*, par l'effet unique de la pression qui la pousse de bas en haut. A partir de là, chaque nouvelle tranche doit suivre celle qui la précède, et arriver à la même hauteur, puisque l'adhérence tend à favoriser ce mouvement aussi bien que la pression. Mais ces *maxima* ne peuvent être atteints que successivement, à cause de l'inertie, comme on l'a déjà fait remarquer pour les tranches qui descendent à la suite de *br*.

L'effet de l'adhérence qui lie le mouvement des deux tranches

verticales, voisines l'une de l'autre, doit être le même, dans les mêmes circonstances. Or, on a reconnu, par expérience, que l'abaissement de chaque molécule, au-dessous de son niveau moyen, était égal à son élévation au-dessus de la même ligne; on peut déjà conclure de là, et d'après les principes généraux de la mécanique, que ces molécules, dans leurs oscillations verticales, doivent avoir les mêmes vitesses, quand elles arrivent à des distances égales de leur niveau moyen, et qu'elles doivent produire par conséquent des effets égaux sur les tranches qui les suivent immédiatement et qu'elles entraînent dans leur mouvement. Il suit de là qu'à partir des deux tranches br, cr', qui se trouvent à leur maximum d'élévation et d'abaissement, toutes celles qui les suivent, dans le sens A' vers B, doivent se rapprocher du niveau moyen, deux à deux, et de quantités égales dans des temps égaux; que, par conséquent, tous les abaissements mb, op, $o'p'$ doivent être égaux aux élévations correspondantes cn, $t'n'$, $t''n''$...; et qu'en considérant chaque couple de tranches br et cr', $p's'$ et $t''v''$, leurs niveaux supérieurs se trouveront, deux à deux, dans les mêmes circonstances que les extrémités d'une colonne liquide, oscillant dans les branches verticales d'un syphon, et dont chaque oscillation aurait précisément pour durée le temps que chaque onde emploie à parcourir sa longueur, ou bien que le sommet en met à s'avancer, dans son mouvement apparent de translation de a en c.

L'expérience confirme que ce mouvement apparent de translation des ondes est uniforme, et que les oscillations des molécules liquides sont isochrones même lorsqu'elles s'affaiblissent, comme celle d'un pendule ou d'une colonne d'eau dans un siphon : ce qui ajoute encore à l'analogie que ces trois sortes d'oscillations paraissent avoir entre elles.

Équation et tracé de la courbe des ondes.

D'après cela, soit x la hauteur verticale dont les molécules d'un tranche ondulante se sont élevées au-dessus de leur niveau moyen, après le temps t; cette hauteur, en l'assimilant à celles qui résultent des oscillations dans un syphon, sera exprimée (*Mécanique de Poisson*, t. II, pag. 470) par :

$$x = \beta \cos nt$$

et sa vitesse d'ascension par :

$$\frac{dx}{dt} = n\,\beta \sin nt$$

Dans ces deux équations β est la demi-hauteur de l'onde, et n un coefficient qui dépend de la durée de l'ondulation. Quand l'arc $n\,t$ aura augmenté d'une demi-circonférence, la valeur de x aura varié de deux β ou de la hauteur totale de l'oscillation ; de sorte qu'en appelant T la durée totale de cette oscillation, on aura $n\,\mathrm{T} = \pi$ et par conséquent :

$$x = \beta \cos.\left(\frac{\pi t}{\mathrm{T}}\right) \quad \frac{dx}{dt} = \frac{\pi\beta}{\mathrm{T}} \sin\left(\frac{\pi t}{\mathrm{T}}\right)$$

Pour représenter maintenant la courbure d'une ondulation, il suffit d'observer, qu'en un point donné, les niveaux de la surface du liquide varient. à chaque instant proportionnellement au cosinus de $n\,t$, et que toutes les ordonnées de cette ondulation, placées à des distances égales les unes des autres, doivent, dans leur mouvement apparent de translation, venir rencontrer après des temps égaux, une molécule de la surface, à des hauteurs déterminées par les valeurs correspondantes de B cos. $n\,t$. Si donc mm' représente la longueur d'une onde, et $a'\,b'$ sa hauteur, on décrira, avec la ligne $a'\,b'$, comme diamètre, un cercle dont le centre sera placé sur la ligne du niveau moyen; puis on divisera sa circonférence, ainsi que la ligne $m'm'$, en deux mêmes nombres de parties égales, proportionnelles aux temps, et l'on portera, sur chaque ordonnée verticale, le cosinus de l'arc qui lui correspond. La ligne qui passera par toutes les extrémités de ces ordonnées, sera la trace de l'ondulation sur un plan vertical, parallèle à la direction de son mouvement. Cette courbe est la projection d'une hélice, sur un plan passant par l'axe d'un cylindre, dont la base est un cercle décrit avec le rayon β. Elle représente très-exactement la forme des ondes, lorsqu'elles se développent librement, et que des causes étrangères, telles que le vent ou la réaction du fond, ne viennent pas modifier leur courbure. Elle reproduit également, dans toute sa rigueur, la forme des grandes ondulations de la marée, les seules qu'il soit possible d'observer avec exactitude.

Influences des conditions premières du mouvement.

Cette courbe reste de même nature, quelque différence qu'il y ait entre les causes qui produisent les ondulations, parce qu'il arrive, après un certain temps, que les conditions initiales du mouvement s'anéantissent par l'effet des résistances dues au frottement et à la viscosité du fluide. Cette modification de mouvement a été constatée par M. de Laplace, dans la théorie des ondes que produisent les marées sur l'Océan. On peut la remarquer également dans la plupart des phénomènes journaliers.

Ainsi, pendant la marche d'un bateau à vapeur, les aubes des roues soulèvent, en sortant de l'eau, une certaine quantité de liquide qui retombe en masse informe, puis finit, à quelque distance, par produire une serie d'ondulations très-régulières, dont j'ai souvent comparé, pendant un calme, la courbure à celle donnée par la théorie du syphonement.

De même, dans les oscillations verticales qu'on imprime à une forte pièce de bois cylindrique, placée horizontalement a la surface de l'eau, il se produit une série d'ondes qui conservent d'abord, dans la forme de leurs flancs, la concavité imprimée par le contour de la pièce de bois, et qui finissent enfin par disparaître, pour faire place à d'autres ondes dont la courbure régulière ne conserve plus rien des circonstances initiales du mouvement.

Au milieu des modifications que subissent ainsi les conditions premières du mouvement des ondes, ce mouvement conserve avec les forces qui le produisent des rapports nombreux. Ainsi, dans le premier exemple que j'ai cité, on trouve que chaque aube produit une ondulation dont la vitesse est précisément égale à celle du bateau; et, dans le second, que chaque oscillation imprimee à la pièce qui flotte à la surface de l'eau, donne lieu à une nouvelle onde, dont la grandeur dépend de celle du choc, et la courbure, des espaces de temps qui separent ces chocs.

Objections contre cette théorie.

Cette manière d'envisager le mouvement des ondes, n'a rien qui soit contraire à l'observation ni aux principes de l'hydrody-

namique. Cependant le colonel Emy, dans son mémoire, après avoir repoussé l'hypothèse du mouvement, rigoureusement vertical des molécules, regarde encore comme impossible d'assimiler ce mouvement à celui du syphonement, parce que, selon lui, il en résulterait, dans l'intérieur du liquide, une confusion qui détruirait immédiatement l'ondulation. Il croit aussi que les ondes n'ont pas la courbure arrondie que leur donne la theorie du syphonement, et que leurs formes aiguës ont eté bien mieux saisies par les peintres que par les savants.

Ces objections ne sont point fondées. La seule considération du principe général de la transmission des pressions, se combinant avec l'inertie et la viscosite, suffit pour rendre raison de l'analogie du mouvement des ondes avec celui du syphonement. Quant à l'aspect des flots sur la surface de la mer, il résulte moins, en général, de la courbure réelle de l'ondulation, que des actions qui viennent modifier leurs surfaces, et des effets de perspective qui altèrent leurs formes, quand on les aperçoit de loin. Dans un endroit où les flots du large viennent se propager à l'abri du vent; dans un bassin où les ondulations se produisent sur une surface tranquille; dans les parages où la mer conserve un reste d'agitation, après que le vent a cessé; toujours on retrouve aux ondes la courbure douce et arrondie que représente la projection d'une hélice.

Simultanéité des ondes.

Je ne dirai que quelques mots sur la simultanéité des ondes. S'il est bien constaté que des ondulations peuvent se développer dans une masse liquide, tel qu'un fleuve, animée d'un courant horizontal, sans que ce courant nuise, ni à leur formation, ni à leur marche apparente, ne peut-on pas admettre aussi, dans toutes les hypothèses, que des ondes plus petites puissent se former à la surface d'ondes plus grandes? C'est d'ailleurs le cas général des vagues se propageant sans être troublées par les flux et reflux de la mer; et le calcul lui-même explique, dans certains cas, la simultanéité de plusieurs mouvements.

Quand deux systèmes d'ondes marchent ainsi l'un sur l'autre (fig. 5), il peut arriver que les deux flots coïncident, à des intervalles plus ou moins longs, et donnent lieu, par conséquent, à

des lames plus élevées. Cette circonstance explique la périodicité qu'on remarque quelquefois dans les vagues qui viennent se briser à la côte, et qui présentent des *maxima* d'intensité, après des intervalles de temps égaux.

Réflexion des ondes.

La réflexion des ondes, ainsi que les autres phénomènes qui en dépendent, sont des résultats immédiats du syphonement des molécules liquides pendant l'ondulation. Le mouvement de chaque tranche se maintient vertical, jusqu'à une certaine profondeur, variable avec la grandeur des ondes et celle de l'ébranlement primitif; d'où il résulte déjà que la réflexion ne peut se produire que lorsque le plan réflecteur plonge au-dessous du niveau pour lequel la vitesse de chaque molécule cesse d'être verticale; condition qui n'a pas lieu dans le mouvement orbitaire et qui s'accorde cependant avec l'expérience.

J'admets donc que le plan réflecteur descende au-dessous de la limite de l'agitation. Dans ce cas, la couche de liquide transmettant, dans l'intérieur de la masse, les pressions des tranches qui descendent aux tranches qui montent, viendra frapper l'obstacle avec des vitesses qui se réfléchiront suivant des angles égaux aux angles d'incidence. Ce choc déterminera, en général, un mouvement des molécules dans une direction nouvelle, et, par suite de son action continuelle, d'autres ondulations, moins fortes que les premières, se croiseront avec elles. Si ces deux ondulations ne sont pas directement opposées l'une à l'autre, leur translation simultanée donnera lieu à des losanges $a''c''e''f''$ (fig. 6), qui marcheront dans la direction de leur diagonale, parallèlement au plan réflecteur, et avec toutes les variétés résultant des flots et des creux qui viendront se rencontrer dans leurs mouvements.

Virla traite ensuite : *le raccourcissement des ondes, le clapotage, le ressac, la profondeur de l'agitation de la mer* et *la limite de cette agitation*. Il conclut sur ce dernier point :

1° Que la durée des oscillations augmente avec la longueur des ondes et avec la profondeur de l'agitation ;

2° Que la vitesse v augmente aussi avec la longueur L; mais qu'elle diminue avec la profondeur h;

3° Que ces expressions sont indépendantes de la hauteur de l'onde 2β, parce que l'amplitude des oscillations peut s'affaiblir, sans que la durée, la vitesse ou la longueur soient altérées. D'où il suit que, dans des lames dont la hauteur est très-faible, et qui ont une grande longueur, l'agitation peut encore s'étendre sur des hauts fonds placés sur un niveau très-bas.

Premier exemple. Par un vent de nord forcé, sans tempête, j'ai observé à Cherbourg des lames qui venaient se développer le long de la jetée du port de commerce, avec une vitesse de 4 mètres par seconde. Leur longueur était de 26 mètres et la durée de leurs oscillations 6"50. En faisant ces substitutions dans l'expression (*c*), on arrive à $h. = 4^m25$. Cette profondeur de l'agitation était à peu près celle de la plage, au point où l'on opérait, et à l'instant de l'observation. Elle doit approcher d'autant plus de la vérité, que les lames, venant du large, réagissaient déjà sur le fond, dont l'influence augmentait leur vitesse.

Deuxième exemple. Les grandes ondes qui se propagent au large de la digue, après une tempête, ont rarement une vitesse de translation égale à 3^m00. Au moment de la mer basse, le fond dans le voisinage de cette digue, est moyennement à 15 mètres au-dessous de la surface de l'eau; cette quantité sera donc le maximum de profondeur à laquelle l'agitation de la mer puisse descendre. En substituant ces valeurs dans l'expression (*e*), on en tire, pour la longueur des plus grandes lames $L = 28^m23$, et pour leur hauteur, à l'époque du maximum d'intensité, 7 mètres environ; cette hauteur dépasse fort peu le maximum qu'elles peuvent atteindre, au nord de la digue de Cherbourg.

Troisième exemple. Brémontier donne 20" pour la durée d'oscillation des plus grandes ondes qui ont 40 mètres de longueur. L'agitation peut donc s'étendre, dans ce cas, à une profondeur donnée par l'équation (*e*) et qui sera :

$$h = \frac{gT^2 - L\pi^2}{4\pi^2} \text{ ou bien } h = 99^m50.$$

Quatrième exemple. M. Emy rapporte aussi, d'après le témoignage des marins, qu'on a vu des vagues ayant plus de

60 mètres de longueur, et près de 15 mètres de creux. Pour que l'action de pareilles ondes se fasse sentir à une profondeur de 160 mètres, comme cela arrive au banc de Terre-Neuve, il faudrait, d'après les équations *(c)* et *(d)* que la vitesse de ces ondes fût égale à 2^m22, et la durée de leurs oscillations à $27''$. Ces valeurs n'ont rien d'invraisemblable, et permettent d'expliquer l'immense profondeur à laquelle on ne peut plus nier que l'action de la mer se transmette.

Jets lancés par la mer.

Quelques circonstances particulières peuvent encore ajouter considérablement à la hauteur des jets lancés contre les parements verticaux. Je prendrai l'exemple choisi par Brémontier, de deux portions de mur de quai formant un angle rentrant dans lequel les lames viennent se réfléchir, et lance ensuite de l'eau à une très-grande hauteur. Il est facile de voir d'abord que l'élasticité de l'air est une des causes de ce phénomène. Les ondes, chassées par le vent, se roulent en volutes à leur sommet, et renferment dans leurs plis un certain volume d'air qui se dégage, et produit l'écume blanchâtre qui accompagne le brisement de chaque onde. Ce fluide élastique, lorsqu'il se trouve comprimé sous le volume des vagues qui frappent un obstacle, produit l'effet d'un réservoir d'air, et transmet successivement, comme un ressort, le choc instantané qu'il a reçu, à la masse nouvelle qui s'élève. Supposons maintenant qu'un grande ondulation s'avance dans l'angle rentrant de deux murs, elle se réfléchira d'abord sur chacun des deux plans, et produira deux pressions qui réagiront avec celle du mouvement direct, sur la petite masse d'eau qui se trouve dans le fond de l'angle, en un point où le mouvement n'est point encore arrivé. La somme de ces quantités de mouvement simultanées devant être égale à celles qu'elles impriment au volume beaucoup plus petit qui reçoit leur choc, il faudra que la vitesse acquise, et transmise par la pression de l'air, devienne considérable. La comparaison de ces effets avec ceux du bélier hydraulique les explique bien mieux que l'hypothèse inadmissible des flots de fond.

Cherbourg, 7 novembre 1835.

NOTE DEUXIÈME

DES CYCLONES.

Le cyclone est une des causes et une des formes les plus redoutables de l'agitation de la mer. Marié-Davy a étudié et résumé les phases de ce phénomène (1) et nous extrairons de son intéressante publication la plupart des lignes qui vont suivre.

Nous avons dit, (tome I^er^, page 55), que la direction générale des cyclones était celle des courants d'air naturels : la résultante que la chaleur du soleil, le rayonnement de la terre, le sens et les différences de vitesse du mouvement rotatif font suivre, dans l'atmosphère, à l'air raréfié. C'est ainsi que, dans l'hémisphère austral, le cyclone se dirige vers le nord et, dans l'hémisphère boréal, vers le sud.

« Les typhons de la mer de Chine affectent des allures un peu différentes.

« Mais le cyclone est doué, en outre, d'un mouvement rotatif autour d'un axe à peu près vertical. La rotation a constamment lieu dans l'hémisphère nord, de l'ouest à l'est, en passant par le sud ; et dans l'hémisphère sud, de l'est à l'ouest, en passant

(1) *Mouvement de l'atmosphère et des mers*, 1866.

par le nord. Le cyclone prend naissance entre les tropiques et l'équateur dont, une fois formé, il s'éloigne presque toujours. Le diamètre initial du cyclone peut varier de 250 à 400 kilomètres, il augmente progressivement à mesure que la tourmente s'éloigne de l'équateur et pénètre à des latitudes plus élevées. Il peut atteindre vers la fin, 1,500 à 2,000 kilomètres.

« La vitesse de rotation est à son maximum à une certaine distance du centre. Elle peut atteindre 200 à 250 kilomètres à l'heure. Au centre règne un calme relatif ; à la circonférence la vitesse diminue. En somme, la vitesse se modère à mesure que la tempête progresse sur une plus grande surface.

« La vitesse de translation n'est jamais inférieure à 15 kilomètres à l'heure, elle n'a jamais excédé 45 kilomètres.

« Dans un cyclône, le niveau de l'eau s'élève d'une manière sensible ; la violence du vent dans son mouvement circulaire soulève une mer affreuse. La crête des lames est emportée dans l'espace, et une pluie salée retombe de toutes parts. Les vagues battues par les vents successifs dont elles ne peuvent suivre la direction variable surtout près du centre, finissent par s'entrechoquer et par s'élever en retombant verticalement sur elles-mêmes ; elles produisent alors ces lames sourdes si redoutées des marins. Au milieu du calme des vents dans la région centrale, cet horrible état de la mer fait courir aux navires les plus grands dangers.

« Le ciel et la mer semblent confondus ; les éléments se déchaînent avec rage au milieu de la plus menaçante obscurité. La pluie se mêle à la poussière des vagues soulevées par la furie du vent : le bruit de la mer, le grondement de la tempête dominent tout autre bruit ; les voiles se déchirent, les mâts se brisent sans qu'on entende rien. Mais c'est la mer qui est surtout terrible ; soulevée par masses pyramidales, elle présente un amas

confus de vagues semblables à celles qui se brisent, furieuses sur un récif. C'est par ces vagues énormes que le navire est mis souvent en danger. Près du centre de l'ouragan la succession d'acalmies et de violentes rafales rend la manœuvre presqu'impossible, même quand le bâtiment n'a perdu ni mât, ni gouvernail.

« Ce n'est que par le jeu continuel des pompes que l'on parvient à épuiser l'eau qui entre de toutes parts et s'amasse dans la cale. Il faut des navires extraordinairement bien construits pour traverser de telles épreuves sans y succomber.

« Sur le pourtour du tourbillon, la mer prend des directions plus marquées parce que le vent y change moins rapidement. Il s'échappe de tous les points de l'horizon de vastes ondulations qui vont se briser sur les côtes éloignées et y produisent de violents ras de marée.

« Cette houle énorme et surtout la baisse du baromètre sont les signes précurseurs de l'ouragan. »

Nous avons reproduit cette description de l'état de la mer dans un cyclone, quelqu'imagée qu'elle soit; le marin aime à à décrire le drame des violences de la mer, et à faire partager ses émotions, mais nous préférons à ces images où le narrateur déploie tout ce que le langage offre de ressources pour représenter la perturbation de la nature, le tableau simple et froidement observé de Scoresby que nous avons reproduit; nous préférons cette confiance au milieu d'un des plus violents ouragans dont on ait gardé le souvenir, lorsque, monté sur *le Cambria* (Cunard) la lutte sans incertitudes, sans péripéties, de cet excellent navire avec la mer démontée, permettait à ce navigateur expérimenté d'observer le phénomène, d'en mesurer les effets avec une entière sécurité. C'est qu'il est vrai que, fatal aux navires dont la coque et le gréement ne peuvent supporter longtemps la fatigue, le cyclone l'est rarement pour les bons navires, solidement

grées, quand ils ont la mer devant eux. Les moyens d'observer l'approche des cyclones, de les éviter et de lutter avec eux ont été l'objet d'études basées sur la connaissance des lois des ouragans. Marié-Davy les expose d'une manière générale en indiquant les sources où il les a puisées (1). »

(1) Franklin, Capper, Bedfield, Reid, Piddington, Keller, Bousquet, Dove, etc., et surtout Ducom.

NOTE TROISIÈME

PROJET DU VAISSEAU *LE NAPOLEON*.

ESSAIS ET CALCULS,

PAR M. DUPUY DE LÔME.

Ce travail, l'un des plus intéressants émanés des Ingénieurs de la marine de l'État, est presque un traité de construction navale, en ce sens qu'à l'époque où il a été fait, il résumait les applications de la science à l'art, suivant les bases théoriques dont on disposait alors. Ces bases étaient les mêmes dans les pays où la construction navale militaire était faite par l'État, mais l'application n'en avait pas encore produit d'aussi grands résultats.

Aussi, ce rapport, bien que distribué fort discrètement en France il y a quelques années, fut-il traduit dans plusieurs langues, et fit-il à l'étranger partie de l'enseignement des écoles officielles. Il est encore aujourd'hui un point de départ précieux comme doctrine.

Autant ce travail et le navire qui en est issu firent d'honneur à leur auteur, autant ajoutent à ses inestimables services, les progrès qu'il a fait faire depuis, à la science d'abord, ce que révèle sa récente notice à l'Institut, et puis à l'art par la création des navires cuirassés.

Ces navires, considérés indépendamment de leur mérite militaire, sont, par leurs qualités nautiques, des types auxquels la marine du commerce aurait beaucoup à emprunter, et nous

ne pouvons trop déplorer, à cet égard, la perte pour le bien public et pour les arts de la paix qui résulte du silence gardé sur les récents travaux de nos Ingénieurs.

Le rapport sur *le Napoléon* n'a quitté les cartons administratifs qu'à une époque où l'œuvre qu'il décrivait avait été dépassée de beaucoup par son auteur lui-même. On a peut-être cru que ce document perdait son importance et pouvait, sans danger pour les intérêts de l'État, être livré à la publicité. Au point de vue militaire, cette appréciation pouvait être fondée. Mais, au point de vue du parti que pouvaient en tirer les constructeurs de la marine commerciale, c'était une erreur, et il est grand dommage que ce travail important n'ait pas été connu plus tôt.

Aujourd'hui, comme par le passé, les travaux de nos Ingénieurs de la marine de l'État, sont soigneusement privés de toute publicité. Nous ne discuterons ni le principe, ni l'utilité, ni les résultats pour le Gouvernement, de ce système; mais nous croyons exprimer l'opinion de tous les hommes éclairés, même les plus craintifs, en regrettant l'exagération de ce silence.

Lorsqu'un Gouvernement produit, dans l'intérêt des services publics, à l'aide d'un enseignement dans lequel la science atteint les hauteurs les plus élevées, des hommes dont les travaux peuvent être les plus utiles, il semble que c'est un devoir de tirer de leurs études et d'en publier tout ce qui peut servir au progrès de la science et aux arts de la paix.

Or, dans ces dernières années, la conservation des qualités nautiques des navires, lorsque leurs dimensions relatives changeaient complétement, était l'objet des préoccupations, des calculs et des essais des Ingénieurs de l'État. Leur œuvre a réussi. Au même moment, l'industrie poursuivait activement la solution du même problème; elle l'a également trouvée, mais dans des limites pour ainsi dire individuelles. L'art ne s'est

pas répandu de manière à généraliser les bonnes solutions; des fautes sont faites encore aujourd'hui; des naufrages qui semblaient impossibles viennent d'épouvanter ceux qui considèrent la sécurité de la navigation transocéanienne comme un des premiers intérêts de la civilisation.

Croit-on donc que le concours des hommes sortis de nos savantes écoles, largement donné à l'industrie au seul point de vue des questions où la science doit servir de guide à l'application, n'eût pas prévenu ces fautes en vulgarisant les règles.

Que le Gouvernement garde avec soin le secret des procédés défensifs et aggressifs, cela le regarde; mais que le même secret soit gardé sur les progrès de la science nautique; qu'au moment où la marine commerciale doit se transformer par un suprême effort, pour lutter contre la concurrence étrangère, on la prive systématiquement des exemples et des conseils des hommes les plus aptes à la guider, en s'inquiétant de la publicité de la partie scientifique de leurs travaux, voilà ce qui n'est plus de notre âge, ce qui n'est plus le rôle d'Administrations obligées de personnifier en elles, parce qu'elles représentent l'État, le sentiment le plus élevé de l'intérêt public.

A ce point de vue, les habitudes de la marine militaire sont une exception. L'administration des *travaux publics* qui forme, pour ses services, des hommes que leurs travaux scientifiques élèvent légitimement aux fauteuils de l'Institut, ne les refuse pas à l'industrie et les encourage d'ailleurs à la publicité de leurs œuvres en en faisant pour eux tous les frais. C'est ainsi que s'est formé le code d'un art qui, tous les jours, se complète et qui s'enrichit d'autant plus rapidement que ces hommes se retrempent dans l'industrie, hors du méthodisme traditionnel que leur imposent l'absence de variété dans les travaux ordinaires et un service officiel insuffisant pour leur activité.

L'Administration de la guerre, qui a toujours été obligée

d'emprunter à l'industrie son concours, à cause de l'importance deses armements, n'est à même de donner le sien aux arts de la paix que par le perfectionnement des matériaux qu'elle emploie, et ce concours est largement acquis; rien n'en est réservé par elle.

Seuls donc, le portefeuille de la marine, ses vastes ateliers, ses magnifiques chantiers, ne livrent à la publicité rien de ce qui pourrait éclairer l'industrie pacifique. Rien n'en sort; ni science, ni arts, ni faits, tandis que ce qui éclate pour le simple visiteur, pour ceux qui approchent le personnel de cette Administration, c'est une richesse de lumières, d'essais, de succès, troublés bien rarement par un échec aussi utile à connaître que le succès lui-même; c'est un courant d'idées actives, ardentes même, qui serait un trésor pour l'industrie, si une publicité intelligente et libérale la mettait à même d'y puiser.

EXTRAIT DU MÉMOIRE A L'APPUI DU PROJET D'UN VAISSEAU A HÉLICE DE 90 BOUCHES A FEU, A GRANDE VITESSE.

(Mémoire remis au Ministre de la marine en avril 1847, et par suite duquel a été exécuté le vaisseau le Napoléon.)

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Jusqu'à ce jour les navires à vapeur, en service chez les diverses nations maritimes, ne sont encore que des moyens de communications plus certains, plus rapides que les navires de guerre à voiles, mais impropres, du reste, à disputer avantageusement, dans un combat, la place à ces derniers. Tels qu'ils sont, néanmoins, ils joueraient un rôle immense en temps de guerre, et la nature de leur intervention, dont le principal résultat serait de frayer sur les mers un passage rapide aux armées de terre, s'adapte à merveille aux besoins actuels, ainsi qu'aux ressources de notre pays.

D'un autre côté, il ne faut pas se dissimuler que des expédi-

tions de troupes, dont le débarquement en pays ennemi serait confié exclusivement à des navires à vapeur rapides, mais sans force, pourraient, dans certains cas, se trouver fort compromises.

Ces navires de transport, bons marcheurs, mais incapables de résister à des vaisseaux de ligne, et contraints, pour ne pas être écrasés, de fuir devant ces derniers, chaque fois qu'ils se trouveront à portée de leur artillerie, pourraient être obligés d'abandonner une opération de débarquement au milieu de son exécution. Quel désastre n'aurait-on pas lieu de craindre à la suite d'un pareil événement? Avec beaucoup de rapidité et de hardiesse dans l'exécution, de semblables expéditions seraient peut-être couronnées de succès; mais, sans l'appui d'une force capable de protéger un débarquement contre l'attaque des vaisseaux, en leur livrant bataille, elles auraient un caractère trop hasardeux qui ferait que bien des plus hardis hésiteraient à exposer ainsi le sort d'une armée.

Pourrait-on songer à appuyer avantageusement une flotte de navires à vapeur par des vaisseaux à voiles? Non, car ceux-ci paralyseraient complétement l'action des premiers, obligés dans les cas les plus favorables, de ralentir leur marche pour attendre les vaisseaux, contraints à les remorquer, par les calmes et les brises contraires; bien heureux si un vent debout de quelque intensité ne vient pas les obliger, pour ne pas se séparer, à laisser porter tous ensemble et à s'éloigner de leur destination.

Mieux vaudrait encore, pour une expédition de troupes, l'action hasardeuse, mais rapide, des navires seuls, qu'une pareille combinaison de vaisseaux à voiles et de navires à vapeur, ne laissant ni aux uns ni aux autres leur liberté d'action et les avantages qui leur sont propres.

Le problème à résoudre pour lever ces difficultés, est donc de faire des vaisseaux qui soient eux-mêmes des navires à vapeur, sans leur ôter rien de leur force à l'heure du combat.

Avec les progrès récents de la construction des machines à vapeur marines, ce problème est aujourd'hui soluble; aussi cette pensée préoccupe-t-elle tous les hommes qui s'occupent de marine militaire, et M. le Ministre de la marine vient, par deux circulaires successives, d'appeler sur ce sujet l'attention et les travaux de MM. les officiers du génie maritime.

Le problème de la création d'un vaisseau de ligne à vapeur est encore tout nouveau, même après le commencement d'exécution auquel les Anglais ont déjà procédé dans la construction de leurs vaisseaux garde-côtes, à petite vitesse. L'expérience n'a pas encore sanctionné le plus ou moins de convenance des dispositions qu'ils ont adoptées; puis, en outre, les meilleures conditions à s'imposer ne doivent pas être les mêmes, aux points de vue si différents des besoins et des ressources de la France et de l'Angleterre.

La première question à résoudre est celle de savoir, pour ce nouveau genre de vaisseau, quelle vitesse il convient d'avoir à la vapeur, ou plutôt quelle part on veut faire à la machine, dans le déplacement de la carène et dans le prix de revient du vaisseau.

Lorsqu'il s'agit d'utiliser quelques-uns des vaisseaux existants pour en faire des vaisseaux à vapeur, la réponse à la question précédente ne me paraît pas douteuse. En effet, ces vaisseaux construits pour être des navires à voiles, à une époque où l'on ne songeait nullement à y mettre des machines, ne peuvent pas faire des navires à vapeur à la fois rapides et suffisamment approvisionnés de charbon, de vivres, etc.

Sous cette dénomination de navires rapides, il faut comprendre ceux qui filent au moins dix nœuds, par calme. C'est la vitesse reconnue aujourd'hui indispensable pour ne pas être trop souvent obligé de s'écarter de la route, par le fait des vents contraires, un peu frais. C'est la vitesse de nos frégates de 450 chevaux, et elle est même inférieure à celle de nos navires de construction plus récente.

Avec nos vaisseaux actuels, de 90 et de 100 canons, on ne pourrait obtenir par calme une vitesse de dix nœuds qu'au moyen de machines d'au moins 1,000 chevaux effectifs. Si, comme cela est rationnel, on veut leur conserver leur artillerie et une mâture proportionnée à leur résistance, l'emplacement et le poids de la machine ne pourraient être prélevés que sur l'eau, les vivres et très-peu sur le lest, qu'on ne saurait remplacer par des poids plus élevés, sans compromettre la stabilité.

Or, une machine de 1,000 chevaux effectifs pèserait au moins 500 tonneaux, avec l'eau dans les chaudières, occuperait environ 20 mètres de longueur dans la partie la plus large, dans la cale, et en lui allouant une quantité de charbon même insuffisante

(pour quatre jours, par exemple, à toute vitesse), il resterait, à grand'peine, le déplacement avec l'espace pour deux mois de vivres. Il est donc impossible d'installer les vaisseaux actuels avec une machine et des approvisionnements capables de leur faire suivre, même d'une extrémité à l'autre de la Méditerranée, et sans la ralentir, une expédition faite par nos avisos et nos frégates à vapeur, à moins de modifier ces vaisseaux profondément, en changeant toutes leurs conditions premières, par exemple en les coupant par le milieu et en augmentant leur capacité en longueur dans une proportion considérable.

Cela établi, il me paraît convenable, pour le moment, de conserver à nos vieux vaisseaux transformés en vaisseaux mixtes le plus possible de leurs anciennes qualités; et du moment qu'il faut renoncer pour eux aux avantages des navires rapides et suffisamment approvisionnés, il faut se borner à des vitesses *modérées*, en ne leur donnant que des machines de peu de force, capables de leur faire filer environ 6 nœuds par calme. On obtiendra ce résultat avec 200 ou 220 chevaux effectifs, et on pourra encore donner à ces vaisseaux des vivres pour cinq mois, avec un approvisionnement de charbon pour sept ou huit jours, à leur petite vitesse.

Mais est-ce là le dernier mot de la question des vaisseaux à vapeur, et, lorsqu'on l'étudie au point vue des navires neufs à construire, doit-on partir du même principe? N'est-on pas, au contraire, conduit à admettre qu'il faut, à tout prix, des vaisseaux capables d'escorter, sans la retarder, une expédition faite avec nos avisos et nos frégates à vapeur? Ainsi, lorsqu'il est possible, en allongeant les formes actuelles et en les affinant à l'avant, de construire des vaisseaux offrant moins de résistance à la marche, avec beaucoup plus de déplacement que les anciens, et n'ayant sur ces derniers d'autre désavantage que d'exiger un peu plus de temps et de place pour les évolutions à la voile (inconvénient majeur, il est vrai, en présence de l'ennemi, pour un vaisseau à voile, mais qui disparaîtra pour celui qui aura une machine); lorsqu'il est possible de faire que ces vaisseaux, avec la même artillerie, le même équipage, le même approvisionnement de vivres que les vaisseaux actuels transformés en vaisseaux mixtes à petite vitesse, filent au moins onze nœuds à toute vapeur, en portant un approvisionnement de combustible pour neuf ou dix

jours à cette vitesse, et pour vingt-sept ou trente jours en la modifiant volontairement à environ sept nœuds par l'emploi de la détente, faut-il renoncer à réunir ces puissants éléments d'action dans une machine de guerre si éminemment appropriée à nos besoins?

Un pareil vaisseau coûtera, sans doute, plus cher que celui à petite vitesse, et d'une capacité moindre; mais aussi, que l'on compare la puissance d'action d'un vaisseau rapide, tel que je viens de la définir, à celle d'un vaisseau à petite vitesse; le résultat de la comparaison me paraît ne pouvoir être douteux. En effet, le vaisseau rapide portant la même artillerie que le vaisseau à petite vitesse et le même nombre de jours de vivres, aura, comme lui, la faculté de naviguer à la voile sans allumer sa machine.

Quand, naviguant à la vapeur, il voudra se borner à une vitesse égale à celle qui sera le maximum pour l'autre vaisseau, il l'obtiendra en employant une grande détente, et par suite en brûlant moins de charbon que lui. Il sera toujours certain d'arriver au but de la traversée, dans un temps dont il se posera d'avance les limites; tandis qu'il en sera tout autrement pour le vaisseau mixte à petite vitesse, que toute brise un peu fraîche, contraire à sa route, contraindra immédiatement à louvoyer, que le moindre mauvais temps pourra obliger à laisser porter, en s'écartant du but de son voyage.

Le vaisseau rapide, opposé à un ou plusieurs vaisseaux à petite vitesse, aura toujours l'initiative, forçant, quand il voudra, ses ennemis à combattre, et pouvant toujours leur échapper, quand la lutte lui paraîtra désavantageuse ou inopportune. Le vaisseau rapide enfin, rend le blocus de nos ports impossible, assure notre communication avec l'Algérie, et ouvre définitivement la route de la mer au passage de nos armées de terre.

Convaincu de la vérité des considérations que je viens de résumer, j'ai regardé comme utile, en même temps que d'autres ingénieurs s'occupaient du problème de l'addition d'une machine à des vaisseaux déjà existants, d'étudier la question du vaisseau à vapeur pour les nouvelles constructions à entreprendre, en cherchant à réunir dans ce nouveau type toutes les qualités capables d'en faire le véritable vaisseau de guerre, approprié aux besoins de la France.

Vues d'ensemble du projet.

Le vaisseau que je propose est fait pour porter 90 canons des calibres réglementaires, trois mois de vivres et un mois d'eau de provision pour 850 hommes d'équipage, y compris 30 hommes destinés spécialement au service des machines. Un appareil distillatoire fournira à la consommation d'eau journalière, indépendamment de l'approvisionnement précité. Le propulseur est à hélice, et la force de l'appareil moteur de 900 chevaux nominaux, mais de 1,200 à 1,300 chevaux effectifs, a été calculée de manière à assurer à ce vaisseau une vitesse par calme, de 11 nœuds, au moins, au départ, en pleine charge, vitesse qui croîtra encore, après quelques jours de chauffe. L'approvisionnement de combustible est de 927 tonneaux, ce qui suffira pour dix jours de chauffe à grande vitesse. En réduisant, au moyen d'une détente variable, la consommation par jour au tiers, il restera encore assez de puissance à la machine pour imprimer au vaisseau une vitesse d'environ 8 nœuds, par calme. Il pourra alors naviguer à cette allure pendant trente jours consécutifs : enfin, il pourra complétement éteindre ses feux, désembrayer son hélice et faire encore route, à la voile, comme un vaisseau ordinaire.

Une question qui se présente tout naturellement à résoudre, pour rendre pratique une pareille combinaison, était d'empêcher le vaisseau de trop se déjauger, à la suite de la consommation de 927 tonneaux de combustible. Cela était important, à la fois, pour la stabilité, pour la tendance à l'arc, pour l'immersion nécessaire à l'hélice; enfin, pour la défense de l'appareil moteur et des soutes à poudre contre les projectiles ennemis. A cet effet, j'ai installé : tribord et babord des machines, des soutes en tôle composées de douze caisses étanches, à l'abri du boulet, et de la contenance totale de 350 tonneaux de charbon. Ces divisions, d'abord toutes remplies de charbon, seront, à mesure qu'il sera brûlé, remplies de nouveau par l'eau de la mer, au moyen d'un simple robinet à ouvrir pour chaque compartiment.

Lorsque l'on voudra compléter l'approvisionnement du combustible, on les videra au moyen d'une petite machine à vapeur de 3 à 4 chevaux indépendante du grand appareil. Par ce procédé, la hauteur de batterie, qui sera de 2m00 au départ, deviendra, au maximum, de 2m56, et tous les intérêts que j'ai signalés ci-

dessus seront sauvegardés. En effet, la stabilité ne changera pas sensiblement, puisque dans la cale on remplacera, par de l'eau, le poids du charbon et des vivres consommés, et que le seul poids disparaissant sera celui du charbon des soutes supérieures, situé, moitié en dessus, moitié en-dessous de la flottaison. L'hélice qui, au départ, sera couverte par une couche d'eau de 1m60 d'épaisseur, en aura encore 1m04 au-dessus d'elle, lors du plus grand allègement; les parties les plus hautes des machines et des chaudières restent toutes au-dessous du faux-pont, qui est lui-même au-dessous de la flottaison lège. Les cheminées seules seront vulnérables, mais elles peuvent être percées sans inconvénient grave. Enfin le calcul que j'ai fait sur l'assiette du vaisseau à diverses périodes de son chargement, fait voir qu'il sera, pour la question de l'arc et contre-arc, dans des conditions aussi bonnes qu'on peut le désirer.

Les dimensions du vaisseau, pour le creux et le tirant d'eau, se rapprochent de celles du vaisseau de 90 à voiles; la longueur entre les perpendiculaires a été augmentée de 10m77, ce qui l'a portée à 71m23. C'est la longueur de nos frégates actuelles de 450 chevaux. J'ai pu gagner ainsi un millier de tonneaux de déplacement, sans trop augmenter la surface du maître couple. Les détails de construction, la force des échantillons des bois, l'emploi des lattes en fer obliques sur vaigrage, assurent le vaisseau, malgré sa longueur, contre la déformation longitudinale. La ligne de flottaison est bien moins pleine, surtout vers l'extrémité avant, que celle des vaisseaux ordinaires; mais elle est un peu plus large, au maître couple, afin de conserver le métacentre à une hauteur convenable, et cette finesse des formes de l'avant est indispensable, avec la grande longueur, pour donner au vaisseau les facultés de bien attaquer la grosse mer debout.

Tout le lest a été supprimé, l'appareil moteur en tenant lieu, en partie, et la stabilité étant assurée par suite des autres éléments de la question. Cette stabilité sera au moins égale à celle du vaisseau de 90 à voiles. La surface de voilure n'est cependant que celle de l'ancien vaisseau de 80, c'est-à-dire de 2,852 mètres, ce qui fait vingt-neuf fois la surface du maître couple. Ce rapport, qui est sensiblement celui des voilures des vaisseaux anglais, est suffisant pour assurer au vaisseau projeté la faculté de suivre à la voile une escadre de vaisseaux ordinaires.

Une notable économie de poids a aussi été faite sur les apparaux de mouillage, par la raison qu'un navire muni d'une machine à vapeur, n'a pas besoin d'être pourvu d'autant d'ancres qu'un navire à voiles. Toutefois, la réduction a porté sur le nombre, mais nullement sur l'énergie des apparaux de mouillage.

L'emménagement intérieur du vaisseau a été combiné en se rapprochant des dispositions usitées à bord de nos vaisseaux actuels, autant que pouvait le permettre une modification aussi radicale que celle que présente le vaisseau proposé.

J'ai été obligé, à cause de la place prise dans le faux-pont pour les soutes à charbon, de placer les casiers des sacs de l'équipage jusque dans le centre du faux-pont, de mettre six des huit chambres de maître dans la partie arrière de ce faux-pont, et donnant sur un carré entre la machine et le carré des officiers. Dans la deuxième batterie, à l'arrière, il y a quatre chambres d'officiers, et dans la première batterie, à l'arrière, se trouve le poste des élèves.

Ces dispositions, du reste, ne gênent en rien aucune des 90 pièces d'artillerie du projet, comme on peut s'en assurer par l'examen des dessins, sur le pont des gaillards, l'emplacement des drômes devant rester dégagé, pour laisser l'air et le jour arriver à la grande claire-voie, dont l'appareil existe à tous les ponts. Pour aérer les machines, j'ai placé ces drômes tribord et babord, contre les murailles. L'artillerie sur les passavents a dû, par suite, être supprimée, et je l'ai remplacée par des banquettes, pour la fusillade, établies au-dessus des drômes.

L'embarquement et la dépense du charbon, ainsi que tout le service de la cale, ont été rendus faciles par des dispositions que, mieux qu'une explication écrite, feront bien comprendre les plans d'emménagement.

L'appareil moteur sera de la force de 900 chevaux nominaux; mesurée par la formule :

$$F = \frac{D^2 C N}{0{,}59}$$

dans laquelle j'appelle F la force nominale par cylindre, D le diamètre de ce cylindre, C sa course, N le nombre de tours de machine par minute; les mesures étant prises en mètres. Les chau-

dières devront produire, par heure, 900 fois 35 litres d'eau convertie en vapeur, mesurés dans les cylindres.

Dans le plan de machines que je propose, la pensée caractéristique est l'application directe des cylindres moteurs à l'arbre de l'hélice (1).

Les chaudières ont été divisées en deux groupes, pour que chacun d'eux occupant moins de place, en largeur, de tribord à babord, puisse être descendu plus bas dans la cale. L'hélice sera à quatre ailes, elle aura un coussinet sur l'étambot extérieur; ce coussinet pourra se visiter et se changer à la mer; on pourra, sans stopper la machine, le relever ou le baisser, pour rectifier la direction de l'arbre de l'hélice. Cette hélice ne pourra pas s'enlever à la mer; mais elle pourra, en quelques minutes et par tous les temps, être rendue folle ou reliée de nouveau à la machine, au moyen d'un embrayage placé en dedans de la cale (2).

En annonçant pour ce vaisseau, en pleine charge, une vitesse de 11 nœuds par calme, je me fonde sur les indications de la formule suivante :

$$V = K\sqrt[3]{\frac{F}{S}}$$

Dans laquelle je désigne par :

V le nombre de nœuds (de 30m86 par minute) filés par le navire;

(1) « Le Conseil des travaux de la marine, tout en approuvant l'ensemble de ce projet de vaisseau rapide, repoussa la machine à mouvement direct, exigea que la vitesse du piston fût réduite, et par suite de cette opinion du Conseil, on a exécuté, pour ce vaisseau, une autre machine à engrenage multiplicateur du nombre de tours, commandée à Indret, où elle a été dessinée et exécutée par M. l'ingénieur Moll.

« Je pense qu'aujourd'hui, pour la machine d'un vaisseau identique, on ne craindrait plus d'aborder directement les 48 pulsations par minute, qui étaient demandées dans le projet primitif.

Cette appréciation de M. Dupuy de Lôme a été confirmée par l'expérience; non-seulement les navires du type *Napoléon* ont été munis de machines à mouvement direct; mais celle du *Napoléon* même, à engrenage, a été remplacée par une machine à mouvement direct.

(2) J'ai, depuis lors, appliqué ce système d'affollement de l'hélice et de coussinet amovible à la mer à l'aviso *le Caton*, de 260 chevaux. Ce navire, attaché depuis le mois de juin 1848 à l'escadre d'évolution, l'a suivie partout à la voile, prêt à lui rendre, à chaque instant, des services à la vapeur. Le vaisseau *Napoléon*, sorti maintenant avec l'escadre, a déjà fait, avec ce même système d'hélice, des essais à la voile, qui ont été très-satisfaisants.

S la surface plongée du maître couple, exprimée en mètres carrés ;

F' la force effective de la machine exprimée en chevaux de Watt.

On obtiendra cette force effective par cylindre, en multipliant la force nominale F, résultat de la formule précitée :

$$F = \frac{D^2 C N}{0{,}59}$$

par le rapport :

$$\frac{P}{63}$$

dans lequel P est, en centimètres de mercure, la pression moyenne effective qui pousse le piston (vapeur et vide additionnés), pression moyenne qui était de 63 centimètres dans les machines de Watt); *K* un coefficient numérique sensiblement constant pour des navires analogues, sur lesquels on fait varier la force de la machine; mais qui varie lui-même d'un navire à l'autre, avec la grandeur du bâtiment, ses formes plus ou moins avantageuses, et les proportions de l'hélice. Cette formule, dont la contexture est indiquée par la théorie de la résistance des carènes, à la marche, se trouve vérifiée par la pratique, pour les navires à hélice que j'ai pu expérimenter et pour lesquels j'ai trouvé le coefficient K ne variant que de 4,7 à 4,9 (1).

J'ai pris pour calculer la vitesse du vaisseau que je propose : K = 4,8. J'ai, d'autre part, S = 98 mètres carrés pour la pleine charge, et F' = 1,200 chevaux effectifs à réaliser, au moyen de

(1) Depuis qu'a été écrit le mémoire dont cette note est extraite, de nouveaux faits d'expériences, et les essais mêmes du vaisseau à vapeur rapide sont venus ajouter de nouvelles données sur la valeur du coefficient K, dans la formule de la vitesse exprimée en fonction de la surface plongée du maître couple et du nombre de chevaux effectifs employés.

Le coefficient K s'est trouvé pour le vaisseau rapide *le Napoléon*, très-supérieur à ce que j'avais osé le supposer, lors de la discussion du projet de ce vaisseau. En effet, il ressort des essais multipliés du *Napoléon*, que le coefficient K par calme et avec le cuivre de la carène propre est égal à 5,52 dans la formule :

$$V = K \sqrt[3]{\frac{F'}{S}}$$

Voici les valeurs de K dans cette même formule, pour une série de navires à hélice de

900 chevaux nominaux, et 84 centimètres de pression effective. On peut donc écrire :

$$V = 4{,}8 \sqrt[3]{\frac{1200}{98}} = 11{,}05 \text{ nœuds.}$$

En annonçant 11 nœuds, résultat du calcul avec le coefficient 4,8, appliqué à un vaisseau grand et fin, comme celui projeté, il n'y a pas à craindre d'être en dessus de la vérité.

Pour calculer la vitesse, lorsqu'on marchera à grande détente, en réduisant la consommation du combustible au tiers, il n'y a qu'à appliquer la même formule, et on sait que la consommation, ainsi réduite aux 33/100, ne réduira guère qu'aux 40/100 la force effective, par suite du bénéfice de la détente. D'après cela, la machine développera encore 480 chevaux, et on aura :

$$V = 4{,}8 \sqrt[3]{\frac{480}{98}} = 8{,}11 \text{ nœuds.}$$

Je terminerai cet exposé par un aperçu du prix de revient du vaisseau que je propose. Le prix de la coque sera celui de la co-

grandeurs différentes expérimentés, à Toulon, avec soin. Je mets en regard les surfaces plongées des maîtres couples et les vitesses observées.

DÉSIGNATION DES BATIMENTS	Surfaces des maîtres couples. S	Nombre de chevaux effectif. F	Vitesses obtenues V	Coefficients K
	mètres	chevaux	nœuds	
Ariel, en fer peint au minium.	40 50	251	12 60	4 36
Caton. —	20 50	222	10 30	4 64
Roland, doublé de cuivre....	37 00	648	12 16	4 73
Pomone. id.	54 50	165	7 20	4 88
Charlemagne. id.	91 00	532	9 50	5 26
Napoléon. id.	98 70	1450	13 50	5 92

Ce tableau fait voir évidemment qu'indépendamment des autres influences des formes de carène, des proportions de l'hélice, de la nature de la surface frottante, etc., le coefficient K grandit avec les dimensions des navires. C'est là une vérité depuis longtemps pressentie, mais aujourd'hui incontestable, et que M. le sous-ingénieur Leboulleur s'est étudié à faire ressortir en traduisant les résultats par une courbe, dont les coefficients d'utilisation sont les ordonnées, et les surfaces des maîtres couples les abcisses. On peut tracer une courbe analogue avec les valeurs de K et S du tableau ci-dessus.

que d'un vaisseau de 90, augmenté dans le rapport des longueurs, ce qui fait environ 1,850,000 fr. Le prix des objets d'armement d'un vaisseau de 90 s'élève, à peu près, à un million; mais, pour celui-ci, ce chiffre doit être diminué, par suite de la réduction de la matière, du gréement, des caisses à eau, des objets d'approvisionnement de toute sorte; je ne le porte donc qu'à 900,000 fr. Enfin, le prix de la machine de 900 chevaux nominaux, peut être évalué à raison de 1,250 fr. par force de cheval, ce qui fait 1,125,000 fr.

En récapitulant nous trouvons :

Prix de la coque.	1,850,000 fr.
Machine.	1,125,000
Armement.	900,000
Total du prix de revient.	3,875,000

Devis de poids devant composer le déplacement, en charge, à 2m00 de hauteur de batterie, au milieu.

Coque et emménagements, non compris les soutes à charbon.		2350 tx	00
Soutes à charbon, en tôle.		55	00
Appareil moteur, eau des chaudières, outils de mécaniciens		550	00
Charbon de terre		927	00
Bois à brûler		10	00
Artillerie..		460	50
Mâture et voilure : Mâture et gréement en place.	188 tx 00	220	00
Agrès, rechanges et apparaux.	28 00		
Voiles en vergues et de rechange.	14 00		
2 ancres de bossoirs ensalées.	14 00		
2 Ancres de veille	14 00	103	02
1 grande ancre à jet	1 50		
1 petite d° d°	1 00		
2 câbles-chaînes de 52 m/m et de 300m. . . .	36 86		
2 câbles-chaînes de 52 m/m et de 300m. . . .	22 16		
Grelins en chanvre.	5 00		
Aussières, Orins, etc, etc, grelins-chaînes .	8 50		
Embarcations avec les agrès et rechanges		22	00

Équipage de 850 hommes et leurs effets	85t	00
Vivres, vin et eau-de-vie pour 90 jours	130	00
Tare des futailles	24	00
Eau en avance pour 30 jours	72	00
Caisses à eau pour 72,000 litres	14	50
Cuisine distillatoire en service, four, forge, ustensiles de cuisine et de cambuse	16	00
Provisions du capitaine et de l'état-major	8	00
Total égal au déplacement à 2m de hauteur de batterie	5 047	02

DIMENSIONS PRINCIPALES

Longueur de rablure en rablure	Les perpendiculaires sont menées par le trait du fond de la rablure à la flottaison moyenne en charge.	au pont de la batterie	71m46
		à la flottaison en charge	71 23
Largeur au maître-couple en dehors des membres.		à la hauteur du premier pont	15 80
		à la flottaison en charge	16 80
Creux, sur quille, à la ligne droite des baux du premier pont.		à la rablure de l'étrave	8 57
		au milieu de la longueur.	8 16
		à la rablure de l'étambot	9 24
Hauteur de la rablure de la grille			0 35
Hauteur de la quille et de la fausse quille, au-dessous du trait inférieur de la rablure			0 48
Épaisseur du bordage du pont de la première batterie			0 11
Hauteur du bordage du seuillet des sabords de la 1re bat.			0 68
Tirant d'eau moyen, au milieu, à partir du dessous de la fausse quille			7 72
Hauteur de batterie, au milieu, au tirant d'eau ci-dessus			2 06

DÉPLACEMENT ET STABILITÉ

Longueur de la carène à la flottaison moyenne en charge, hors bordages	71m37
Largeur id id	16 80
Profondeur de la carène, mesurée du trait inférieur de la rablure de la quille, à la flottaison en charge	7 24
Produit des trois dimensions ou volume du parallélipipède circonscrit	8465m3 53

Produit de la largeur par la profondeur, ou surface du parallélogramme circonscrit au maître-couple. 121 632

		Mètres cubes	Tonneaux métriques
Déplacement de la carène, avec bordage, comprise entre le trait inférieur de la rablure de la quille et la flottaison en charge.	Avant. . .	2598 548	2666 111
	Arrière . .	2304 763	2364 687
	Total . . .	4903 311	5030 798
	Différence.	293 785	301 424

Déplacement de la quille de l'étrave et de l'étambot arrière en dehors des rablures. 17m3 000
Déplacement total du vaisseau en charge. 5047 798
Surface de la flottaison, hors bordage. 1005m2 615
Surface de la partie immergée du maître-couple, hors bordage. 98 535
Déplacement pour un c/m d'immersion, à la flottaison en charge 10m3 317
Distance du centre de la carène : au-dessus de la quille. 4m 090
à la flottaison moyenne en charge. 2 800
en AV de la verticale passant par le milieu de la flottaison 1 460
Hauteur du métacentre latitudinal : au-dessus du centre de carène . 4 093
id de la flottaison moyenne en charge 1 293
Hauteur calculée pour la position, au-dessus de la quille, du centre de gravité du vaisseau tout armé 6 800

VOILURE.

Surface de voilure 2852m2 406
Rapport de cette surface à celle du parallélogramme circonscrit à la flottaison en charge 2 370
Rapport de cette surface à celle de la flottaison. 2 836
Rapport de cette surface à celle de la partie plongée du maître-couple 28 657
Distance du centre vélique : à la flottaison en charge 8m 24
en AV de la verticale passant par le milieu de la flottaison. 2 48

Distance du centre vélique.	au-dessus du centre de carène, sans différence.	29m	68
	en A V de la verticale passant par le centre de la carène sans différence.	1	02

MACHINE.

Puissance de la machine, évaluée par la formule, force par cylindre $F' = \frac{D^2 C N}{0,59}$ en chevaux nominaux		
avec des chaudières capables de fournir, par heure, dans les cylindres, 900 fois 35 litres de vapeur, par chaque cheval nominal	900	chev.
Poids réservé dans le déplacement, pour la machine, avec son outillage et l'eau dans les chaudières, mais non compris les soutes à charbon.	550	tonn.
Vitesse, par calme, calculée pour le vaisseau en charge, de 900 chevaux nominaux.	11	nœuds.
Diamètre de l'hélice, extérieur aux ailes.	5m	80
Pas de l'hélice	8	50
Nombre des ailes.	4	»
Fraction de spire occupée par chaque aile.	0	075
Nombre de tours, par minute, d'une semblable hélice, pour obtenir la vitesse calculée ci-dessus	48	tours.

Toulon, le janvier 1853.

L'ingénieur de la marine,
Signé : DUPUY DE LÔME.

ESSAI DU VAISSEAU A VAPEUR LE NAPOLÉON

AVANT-PROPOS

La grande question maritime que représente le vaisseau à vapeur *le Napoléon,* a engagé la commission de réception de l'appareil à donner des détails, soit de construction, soit d'expériences, qui font de son rapport un document d'une longueur peut-être trop grande. Cependant il importait de décrire complétement cette machine, qui est la plus puissante de toutes celles que l'on

ait encore construites en France, et qui a réalisé tout d'un coup, sur un vaisseau de 92 bouches à feu, une vitesse voisine de 14 nœuds.

Mais pour fatiguer moins le lecteur et pour l'aider dans la recherche d'un renseignement spécial, le texte du rapport a été divisé par chapitres distincts, qui portent des titres indiquant des sous-divisions.

Ces titres sont, en outre, rappelés dans l'état sommaire suivant :

Sommaire :

Description de l'appareil. Machine proprement dite.

Historique de la machine. — Durée totale de la construction jusqu'aux premiers essais.
Cylindres. — Position, diamètres, capacité, orifices, poids.
Course des pistons, vitesse des pistons par seconde, transmission du mouvement des pistons à l'arbre de couche.
Tiroirs. — Position, forme, mouvement, course.
Condenseurs. — Position, volume, poids.
Bâches. — Position.
Pompes à air. — Position, diamètre, capacité, courses des pistons, vitesses des pistons par seconde, clapets de tête et de pied, transmission de mouvement.
Pompes alimentaires. — Position, nombre, diamètre, course des pistons, transmission de mouvement.
Pompes de cale. — Position, nombre, transmission de mouvement.
Engrenage. — Position, Dimensions, forme des dents, nombre des dents, pas, sens de la rotation.
Arbre de couche. — Diamètre.
Petite machine. — Disposition, force, but, cylindres, tiroirs, condenseur, pompe à air transmission de mouvement.
Chaudières.
Dimensions principales et résultats des calculs.
Hélice, dimensions de l'hélice.
Arbre de l'hélice, inclinaison sur la quille, diamètre.
Poids de la machine.
Conditions de chargement du vaisseau.
Etat de propreté de la carène et de l'hélice.
Du compteur et des indicateurs

Essais de la machine.

Première sortie.
Mise en marche de l'appareil.
Marche en arrière.
Expériences à la voile.
Embrayage et désembrayage de l'hélice.
Deuxième sortie.
Troisième sortie.
Fonctionnement de la petite machine.
Essais de la détente variable.

Discussion des principaux résultats observés ou calculés.

Nombre de tours de la machine par minute.
Introduction de la vapeur dans les cylindres.
Pression aux manomètres.
Vide aux baromètres.
Des courbes d'indicateur.
Tension moyenne pendant l'introduction.
Vide moyen dans les cylindres.
Effort moyen sur les pistons.
Du nombre de tours comparé à l'effort moyen dans les cylindres, ou valeur de

$$\frac{N^2}{P - 6\ c/m}$$

Nombre de kilogrammes de vapeur débités, par heure, dans les cylindres.
Force des chaudières, en chevaux de 30 litres.
Force nominale de l'appareil.
Force effective en chevaux, de basse pression.
Force en kilogrammètres sur les pistons.
Nombre de litres d'eau vaporisés, par mètre carré de surface de chauffe, et par mètre carré de surface de grille.
Consommation de combustible.
Nombre de litres d'eau vaporisés par kilogramme de charbon.
Vitesse du vaisseau.
Avance du vaisseau par tour d'hélice.
Reculs avec les trois ponts.
De l'utilisation.
Expériences de traction, au point fixe.
Résumé.
Nombre de litres d'eau vaporisés, d'une manière sensible aux cylindres, par cheval effectif.

RAPPORT SUR LES ESSAIS DE LA MACHINE DU VAISSEAU A VAPEUR *le Napoléon*

Une commision composée de MM. Lugeol (Jean), capitaine de vaisseau commandant *le Napoléon;* Dupuy de Lôme, ingénieur de la marine, auteur du projet d'ensemble et constructeur du vaisseau; Bonnard, premier lieutenant de vaisseau du *Napoléon;* Louga, deuxième lieutenant de vaisseau, du même; Leboulleur de Courlon, sous-ingénieur de première classe,

Rapporteur:

a procédé conformément aux ordres de M. le Vice-Amiral, Préfet Maritime, aux essais de l'appareil à vapeur du vaisseau *le Napoléon.*

Cette commission a expérimenté, dans plusieurs sorties, le

fonctionnement de la machine à diverses allures et elle a recueilli, en même temps, un assez grand nombre de données concernant les vitesses, les forces motrices et les dépenses de combustible.

Pour présenter avec ordre le résultat des essais auxquels elle s'est livrée, nous exposerons successivement l'histoire de l'appareil, la description détaillée de tous les organes, le récit de ce qui a été fait ou constaté dans les différentes sorties du vaisseau et enfin l'énoncé et la discussion des conséquences déduites par le calcul, des données qui ont été observées.

HISTORIQUE DE LA MACHINE

La machine du *Napoléon* est à hélice et de la force nominale de 960 chevaux.

Elle a été exécutée à Indret, d'après les plans et sous la surveillance de M. Moll, ingénieur de la marine, sous-directeur de l'établissement. Les dessins qui en formaient le projet ont été envoyés à Paris, vers la fin de l'année 1848, et ils en sont revenus approuvés peu de temps après.

A cette époque, les machines marines les plus puissantes étaient de 540 chevaux; elles développaient à peine leur force nominale d'une manière effective et ne faisaient pas plus de 40 tours à la minute.

Les cylindres, au nombre de deux, avaient une longue course, une vitesse de piston très-modérée et donnaient lieu à de faibles pertes dues aux espaces morts à cause du petit nombre des pulsations.

C'est pourquoi, malgré la réduction que l'on aurait obtenue dans le poids de la machine en portant le nombre de tours de l'arbre de couche à 60 ou à 45 par minute et en évitant d'établir un engrenage pour mouvoir l'hélice, malgré la plus grande facilité d'exécution qui en serait résultée, avantages considérables que réclamaient à la fois l'auteur du vaisseau, M. l'ingénieur Dupuy de Lôme et M. l'ingénieur Moll, qui devait faire l'appareil; enfin, malgré plusieurs machines à hélice et à action directe que les constructeurs anglais confectionnaient déjà, la prudence et une plus grande présomption de succès firent imposer pour conditions fondamentales de l'appareil du *Napoléon*, un nombre de tours inférieur à 30 par minute et un engrenage pour transmettre à l'hélice le mouvement des pistons.

. . . . . .

(On supprime ici quelques détails n'ayant qu'un intérêt purement administratif, en ce qui concerne la durée totale de la construction et du montage de l'appareil.)

. . . . . .

Aujourd'hui, la machine dont le plan serait adopté pour un deuxième

Napoléon, ferait certainement mouvoir l'hélice sans l'intermédiaire d'un engrenage, les différentes pièces en seraient à la fois moins pesantes et plus faciles à monter et la construction, ainsi que le montage à bord, pourraient être achevés complétement dans un intervalle de temps très-inférieur à trois ans et demi.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

L'appareil à vapeur du *Napoléon* occupe, dans la cale du vaisseau, une longueur de 30 mètres, dont 20 à l'avant et 10 à l'arrière du grand mât. A l'exception des deux cheminées, il est entièrement placé sous les baux du faux-pont et, par conséquent, sous l'eau, ce qui le rend inaccessible aux boulets.

Il se compose, comme à l'ordinaire, de la machine proprement dite, de l'appareil évaporatoire et du propulseur; c'est aussi de cette manière que nous le diviserons pour le décrire.

Machine proprement dite.

La vitesse de 11 nœuds demandée pour le vaisseau, la limite maximum que le nombre de tours ne devait pas dépasser, d'après la décision du conseil des travaux, et les dimensions parmi lesquelles il fallait choisir les éléments de l'hélice, ne permettaient pas de faire mouvoir celle-ci directement par les pistons. On devait forcément employer un engrenage pour multiplier la vitesse de rotation de l'arbre de couche.

Position des cylindres.

Aussi la machine fait tourner l'hélice par l'intermédiaire d'une grande roue et d'un pignon. Les cylindres, au nombre de deux, sont situés horizontalement à tribord, leur axe étant plus élevé que celui de l'arbre de l'hélice. Ils n'ont pas de chemise proprement dite, mais seulement un conduit placé au milieu de la longueur, venu de fonte avec eux, et qui devait servir à l'évacuation au condenseur. Ce conduit a été bouché du côté du condenseur et maintenu rempli de vapeur.

Pistons.

Le mouvement rectiligne des pistons produit la rotation de l'arbre de couche, et, par suite, de la grande roue au moyen du système de mécanisme dit à connexion directe.

La tige de chaque piston est terminée par un T dont les deux bouts glissent dans des rainures horizontales, et ce T est réuni, en son milieu, au bouton de la manivelle correspondante, par une bielle fourchue à son pied, et ayant pour longueur une fois et demie la course des pistons.

Condenseurs.

Les condenseurs, également au nombre de deux, sont placés sous les cylindres et leur servent de plaque de fondation. Ils s'étendent à babord, par dessus la carlingue du vaisseau, d'une longueur à peu près égale à celle qu'ils occupent à tribord, et chacun d'eux supporte encore, en avant et de chaque côté de l'axe du cylindre correspondant, deux bâtis qui contiennent les rainures des T des pistons, puis les coussinets de l'arbre de couche.

Position des roues d'engrenage.

Entre les condenseurs et les bâtis intérieurs, il existe un intervalle dans lequel se meuvent à babord les roues d'engrenage.

Le plan qui va de l'axe de la grande roue à celui du pignon est incliné, afin de ramener le mouvement de l'arbre de couche dans le plan longitudinal du vaisseau et de l'abaisser à la position de l'axe de l'hélice.

Pompe à air.

Chaque condenseur est terminé à babord par une pompe à air à simple effet, dont l'axe vertical rencontre l'axe horizontal de l'arbre de couche.

Les pistons de ces pompes sont à clapets métalliques et menés par l'arbre de couche de la même manière que cet arbre mènerait les pistons des cylindres, c'est-à-dire par un bouton de manivelle, une bielle courte et un T guidé, fixé à la tête de leur tige.

En outre, l'axe du bouton des manivelles de chaque pompe à air est dans le plan qui contient l'axe de l'arbre de couche et celui du bouton des grandes manivelles correspondantes.

Bâches.

Les bâches en tôle s'élèvent verticalement après les pompes à air, et leurs tuyaux vont déboucher à travers la muraille de babord à 0=25 au-dessus de la flottaison en charge de 7=72.

On a évité, avec juste raison, de faire évacuer l'eau d'injection au-dessous de cette flottaison, soit à cause des grands orifices qu'il fallait percer, soit à cause des ruptures de tuyaux qu'une injection supprimée trop tôt ou par accident pouvait occasionner par suite de la condensation de la vapeur dans ces tuyaux ; soit enfin, parce qu'il eût été difficile d'empêcher l'eau extérieure d'envahir les condenseurs et même les cylindres à travers les clapets des pompes à air.

Tiroirs.

La distribution de la vapeur est faite dans les cylindres par des tiroirs à coquille, placés verticalement contre eux dans le prolongement de l'intervalle qui contient les roues d'engrenage.

Chacun de ces tiroirs est formé, en hauteur, de deux tiroirs qui sont liés d'une manière invariable par leur tige, à l'extérieur de la boîte commune dans laquelle ils se meuvent.

Le but de ces tiroirs, coupés en deux, est de réduire les dimensions des surfaces flottantes pour les rendre moins sujettes à être voilées par la dilatation.

Le mouvement des tiroirs est donné par l'arbre de couche au moyen du mécanisme imaginé par Stéphenson pour les locomotives, et qui se compose principalement de deux excentriques fixés invariablement sur l'arbre et de leurs bielles reliées du côté opposé à leur collier par une coulisse circulaire.

Cette coulisse est elle-même liée à une crémaillère courbe qui, par une roue à bras et l'intermédiaire de quelques engrenages, permet de lui donner un certain déplacement et de mettre en prise le bouton des tiroirs vis-à-vis l'une ou l'autre des bielles, selon qu'il faut marcher en avant ou en arrière.

Le bouton, dont nous venons de parler, n'est pas fixé sur le prolongement de la tige des tiroirs, comme il l'est dans le système de Stéphenson; il a été séparé de cette tige par une suite de manivelles, par une menotte et par une bielle, qui ont pour effet de pousser le tiroir lorsque les bielles d'excentrique devaient le tirer, et inversement de le tirer lorsqu'elles devraient le pousser.

Ce renversement de mouvement a été exécuté, malgré la complication de pièces qu'il a entraînée, afin d'obtenir une meilleure régulation et surtout pour introduire la vapeur pendant des fractions de la course des pistons à peu près égales de chaque côté des cylindres.

La bielle qui produit la marche en avant correspond à l'extrémité inférieure de la coulisse, en sorte que celle-ci sera généralement élevée dans une position instable.

Ce défaut, atténué par un contre-poids, est la conséquence forcée du sens qui a été adopté pour la rotation de l'arbre de couche.

Nous parlerons plus tard et plus en détail de cette rotation.

Les tiroirs sont compensés à cause de leurs grandes dimensions; ils portent sur leur face extérieure un cadre rectangulaire qui frotte contre la face parallèle de la boîte à tiroirs et dont l'intérieur communique à travers celle-ci avec le condenseur.

Les tiges des tiroirs, lorsqu'elles sont en mouvement, font aussi tourner un robinet placé à l'intérieur de chaque condenseur, et qui purge les fonds des cylindres avant l'admission de la vapeur.

Une détente variable a lieu dans les tuyaux d'admission de vapeur assez près de la boite des tiroirs de distribution, au moyen d'une valve qui se ferme à quatre positions de l'une et l'autre course de chaque piston.

La rotation de cette valve est produite principalement par une bielle d'excentrique à chariot dont le galet, mobile transversalement, peut appuyer successivement sur quatre cames fixées à l'arbre de couche.

Pompes alimentaires.

A l'arrière de la machine proprement dite, sous l'arbre de l'hélice et à l'avant dans une position symétrique, sont placés deux groupes de pompes alimentaires composés de quatre corps chacun.

Le premier groupe est mené, pendant la marche de la machine, par un engrenage que l'on embraye à l'arbre de l'hélice.

Le deuxième est lié au premier par d'autres roues d'engrenage fixées à un arbre qui traverse, au-dessous de celui de l'hélice, tout l'appareil en passant dans les condenseurs.

Pompes de cales.

Un troisième groupe de pompes, égal aux deux précédents, est installé de la même manière que le premier, sous l'arbre de l'hélice, dans la dernière chambre de chauffe arrière.

Il est destiné à épuiser l'eau de la cale.

Aucune pompe n'a été disposée pour l'extraction continue de l'eau intérieure des chaudières; et, en effet, les extractions à la main, lorsqu'elles sont convenablement réglées, suffisent pour maintenir les chaudières dans un état de propreté satisfaisant. Toutefois des pompes d'extraction continue auraient acquis une certaine utilité dans les circonstances où l'appareil fonctionnera à basse pression, car la position des niveaux d'eau à 2^m50 au moins au-dessous de la flottaison, exige environ $25^{c/m}$ de pression pour que les extractions à la main puissent avoir lieu.

Inversement, cette position des niveaux d'eau permettra d'alimenter par les tuyaux d'extraction en laissant tomber la pression, et elle a dispensé d'établir des pompes à bras, dites à quatre fins, pour remplir d'eau les chaudières avant de les allumer.

Petite machine.

Pour remplacer ces pompes, lorsque la machine étant arrêtée, les eux doivent être entretenus, on a confectionné et placé au fond du vaisseau, à tribord, entre les deux condenseurs, une petite machine à vapeur de 30 chevaux nominaux, qui met en jeu les pompes alimentaires désembrayées de l'arbre de l'hélice, au moyen d'engrenages re-

liant son arbre de couche à l'arbre de communication des deux groupes de pompes.

Cette petite machine doit encore remplir trois autres objets; l'un consiste à agir sur les arbres qui permettent de mouvoir à bras les coulisses des bielles d'excentrique des tiroirs, afin de changer plus rapidement le sens de la marche de la machine; un autre est de mener les pompes de cale par le prolongement de l'arbre de communication entre les pompes alimentaires pour vider principalement l'eau provenant des soutes à charbon étanches; enfin (et c'est pour ce quatrième objet qu'on lui a donné une force d'au moins 30 chevaux), elle devra faire tourner l'hélice elle-même, et imprimer au vaisseau une vitesse de 2 à 3 nœuds.

Les arbres et les roues du dernier mouvement ne sont pas encore mis en place. On les confectionne dans les ateliers de Toulon d'après les plans de M. l'ingénieur Moll.

Cylindres.

La disposition de la petite machine est, à fort peu près, celle de la grande. Elle se compose aussi de 2 cylindres horizontaux dont les pistons font tourner l'arbre de couche par le système de la connexion directe.

Tiroirs et Condenseur.

Les tiroirs sont mus également chacun par 2 bielles d'excentrique et une coulisse de Stéphenson.

Un condenseur qui règne sous toute la machine sert encore de plaque de fondation aux cylindres; l'eau d'injection en est extraite par une seule pompe à air, inclinée relativement aux cylindres, à piston métallique, à double effet, et mue par un vilebrequin formé au milieu de l'arbre de couche.

La petite machine n'a pas de chaudière spéciale; elle reçoit la vapeur du groupe avant des chaudières de la grande.

L'appareil du *Napoléon*, placé, comme nous l'avons dit, entièrement sous les baux du faux pont, remplit toute la hauteur de la cale à l'endroit des cylindres et de la grande roue. Une grande écoutille qui est ouverte jusqu'aux gaillards et qui a servi à l'embarquement des pièces, règne sur toute la longueur de la machine proprement dite.

A la hauteur du faux pont, cette écoutille limitée à tribord et à babord par des soutes à charbon et recouverte de caillebotis, contient 4 ouvertures par lesquelles on descend dans la machine.

On arrive de suite sur un parquet situé entre les bâtis intérieurs et les bâtis des tiroirs.

On rencontre sur ce parquet, à droite et à gauche, les 2 roues qui sont destinées à changer à bras la position des bielles d'excentrique. On y trouve près des boîtes à tiroir, les leviers de purge pour la mise en train, ceux des tiroirs et les valves des tuyaux d'admission de vapeur.

Ensuite on descend dans une coursive qui fait tout le tour de la machine en passant derrière les cylindres, dans les deux chambres de chauffe intérieures, puis derrière les bâches et la grande roue d'engrenage.

Vis-à-vis le premier parquet, au bout de l'escalier qui mène dans la coursive, sont placés à toucher la muraille du vaisseau, deux énormes robinets pour les prises d'eau d'injection.

De l'autre côté de cette coursive, on voit près de chaque cylindre les tiroirs d'injection qui, à cause de la bifurcation du tuyau relatif à chaque condenseur, sont au nombre de 4; savoir : 2 que l'on manœuvre à la main, et 2 autres qui pourraient donner, au moyen de la machine, une injection discontinue.

Les différentes pièces sur lesquelles il faut agir pour mettre la machine en marche pour l'arrêter ou en changer le sens, sont donc disposées assez près les unes des autres pour que leurs mouvements soient opérés avec ensemble et rapidité.

Des deux côtés de l'escalier de la coursive sont établies, en contrebas de celle-ci, quelques marches qui conduisent à la petite machine

Enfin, pour faciliter le graissage des coussinets et des glissières, on a installé sur les bâtis de petits parquets qui se rejoignent de deux en deux, en longeant les bâches et les couvercles des cylindres.

On arrive à ces parquets, soit presque de plain pied par celui d'entrée de la machine entre les bâtis intérieurs, soit à l'opposé, par la coursive, au moyen de deux échelles placées de chaque côté de la grande roue.

DIMENSIONS DES PRINCIPAUX ORGANES DE LA MACHINE.

Les cylindres ont pour diamètre.	D =	2m 49
Pour course des pistons	C =	1m 63
D'où pour.	D^2C =	10 106

La force nominale de la machine étant de 960 chevaux, il faudra, pour la réaliser, d'après la formule de Watt :

$$F = \frac{D^2\,CN}{0,59}$$

un nombre de tours par minute N égal à 28,02.

Vitesse des pistons.

La vitesse des pistons qui correspond à ce nombre de tours est de 1m62 par seconde.

Course des tiroirs.

Les tiroirs de distribution ont 40c/m de course lorsque leur bouton est en prise avec l'une ou l'autre des bielles d'excentrique, mais la longueur de cette course diminue à mesure que le bouton est mené par un point de la coulisse plus rapproché du milieu de celle-ci.

Pour ce point milieu, la course est minimum et seulement de 34m/m.

Les bandes des tiroirs ont été coupées de manière à introduire la vapeur, en moyenne, pendant les 0,80 de la course des pistons, savoir : les 0,7853 en avant, et les 0,8147 en arrière.

Mais, au moyen du système de détente variable, on pourra réduire cette introduction aux 0,65, 0,50, 0,35 et 0,20.

Lorsque les tiroirs sont au milieu de leur course, les 2 orifices, pour l'entrée de la vapeur, sont fermés par un recouvrement de 80m/m.

La valeur de ce recouvrement, comparé à la course minimum des tiroirs, montre qu'en donnant aux coulisses un demi-déplacement depuis leurs positions extrêmes, on empêchera la vapeur d'entrer dans les cylindres, et la machine d'être en mouvement,

Avance à l'admission de vapeur.

L'avance à l'admission de vapeur est de 31 m/m pour l'avant et de 11 m/m pour l'arrière; en moyenne de 21 m/m.

L'évacuation au condenseur commence, lorsque les manivelles de l'arbre de couche doivent décrire, en moyenne 35° avant d'atteindre les points morts.

Ces chiffres de 21 m/m et de 35° sont supérieurs à ceux qui ont été adoptés pour les machines à balancier de 450 chevaux; ils ont été augmentés, à cause du plus grand nombre de tours, par 1', que doit faire l'appareil du Napoléon.

Orifices des cylindres.

Les orifices des cylindres, pour l'entrée de la vapeur ont une largeur de. 1m 98

Une hauteur de. 0m225

Et en moyenne, pour découvrement maximum pendant l'introduction, 0m1153.

On en conclut que l'aire de la section d'évacuation est de 1m98 × 0m223 = 4,455 c/m² ou de 9 c/m²2, par cheval nominal, et que la section d'introduction atteint 1,98 × 0,1153 = 2283 c/m², soit 4 c/m² 8, par cheval.

Ces nombres de centimètres carrés par cheval dépassent ceux de toutes les machines marines exécutées jusqu'à présent. Ils devront donner lieu à un très-bon vide dans les cylindres, et diminuer la dépression de la vapeur depuis les chaudières.

Volume des condenseurs.

Le volume des condenseurs est d'environ 20^{m} cubes, pour chacun d'eux. En le comparant au D^2C des cylindres, on trouve un rapport 4 fois plus grand que celui des machines à balancier.

Pompes à air.

Les pompes à air ont pour diamètre $D' = 1^{m}\ 71$
— pour course. . . $C' = 0^{m}\ 62$
— et pour . . . . $D'^2\ C' = 1^{m3}813$

Le rapport des volumes D'^2C' et D^2C est donc égal à :

$$\frac{1,813}{10,106}$$

ou sensiblement à 0,18. C'est le nombre adopté généralement.

La vitesse des pistons des pompes, pour 28^{m}02 est de 0^{m}58 par seconde, chiffre qu'atteignent la plupart des machines à balancier. Il résulte de cette vitesse et de la valeur du rapport :

$$\frac{D'^2\ C'}{D^2\ C}$$

que les clapets des pompes fournissent à l'eau une section de passage convenablement proportionnée.

Pompes alimentaires.

Les dimensions relatives aux pompes alimentaires sont ;

Diamètre des pistons. . . $d = 0^{m}\ 274$
Course id . . $c = 0^{m}\ 25$
d'où . . $d^2\ c = 0^{m3}\ 018,769$

Ces pompes sont au nombre de huit pour les 2 cylindres de la machine, et l'engrenage qui les mène réduit la vitesse de rotation de l'arbre de l'hélice dans le rapport de 42 à 24. D'un autre côté, la vitesse angulaire de l'arbre de l'hélice est les

$$\frac{80}{41}$$

de celle de l'arbre de couche; donc le rapport des volumes des pompes alimentaires à celui des cylindres est de :

$$\frac{21}{42} \times \frac{80}{41} \times \frac{4\,d^2\,c}{D^2\,C} = 0{,}008$$

chiffre naturellement plus considérable que pour les machines à basse pression.

Engrenage.

La grande roue de l'engrenage a 80 dents, et le pignon 41. Ainsi l'hélice fait

$$\frac{80}{41}$$

de tour ou 1 tour 951,219,512.... pendant que la machine en donne un. Ces nombres 80 et 41 ont été, comme à l'ordinaire, choisis premiers entr'eux afin que les dents de la grande roue ne mènent pas les mêmes dents du pignon à des périodes très-rapprochées.

Les rayons des cercles primitifs ont pour longueur 1=856 et 0=952. L'épaisseur totale des roues est de 2=40.

Les dents sont formées de 5 morceaux, qui ont chacun 40 c/= de longueur et qui, disposés en échiquier, sont éloignés les uns des autres sur la circonférence des roues, d'une distance égale au 5e du pas de l'engrenage.

Ce pas comprend 0=1457 et la longueur du contact en correspond aux

$$\frac{28}{10}$$

Il résulte de là que les roues ont toujours en prise 12 ou 13 dents partielles.

Toutes ces dents ont été taillées avec un grand soin, suivant des développantes de cercle; elles sont en cormier, pour la grande roue, et en fonte de fer, comme les jantes, pour le pignon.

Le bois étant moins solide que la fonte, on a donné aux premières, au milieu de leur hauteur, une épaisseur de 0=079 =/=, et aux autres de 67 =/= seulement.

La grande roue porte intérieurement, contre quelques-unes de ses dents, un contre-poids en plomb, dont le milieu est situé sur la ligne qui divise en deux parties égales l'angle droit des grandes manivelles.

Ce contre-poids a pour effet de régulariser le mouvement de l'engrenage, en compensant le soulèvement des grandes bielles, des manivelles de l'arbre de couche et de tout le mécanisme des pompes à air.

Le plan qui passe par l'axe de la grande roue et par celui du pignon

est incliné de babord à tribord d'un angle de 67°30', sur la verticale; il en résulte que le sens de la rotation de l'engrenage exerce une influence assez considérable sur la pression verticale des arbres des roues dans leurs coussinets, soit pour l'augmenter, soit pour la diminuer.

La rotation de la grande roue, de tribord à babord, devant décharger les coussinets de l'arbre de couche, on l'a choisie pour la marche en avant du vaisseau; mais la pression verticale sur les coussinets du pignon est augmentée d'autant, et c'est l'inverse qui a lieu, lorsque le mouvement de la machine change de sens.

Il ne serait peut-être pas hors de propos de montrer ici, par le calcul, que l'engrenage du *Napoléon*, qui forme une des pièces les plus remarquables de son appareil et l'une dont on avait suspecté la force, est au moins égal relativement en résistance, eu égard aux efforts qu'il doit supporter, à celui du *Pélican*, ou de *l'Ariel* on de *la Reine Hortense*. Mais l'expérience en a démontré la solidité d'une manière trop victorieuse pour que l'on veuille encore la motiver.

Disons seulement qu'en supposant le travail dans l'arbre de couche uniforme, les dents de la grande roue ont transmis à celles du pignon la pression considérable de 40,628^{kos}.

Les détails que nous venons de donner sur les organes principaux de 'appareil, montrent que le plus grand nombre des pièces sort des limites ordinaires de grandeur et de poids.

Les condenseurs qui pèsent 27^{tx}, et les cylindres 21^{tx}, sans leurs tiroirs ni leurs couvercles, sont certainement les plus difficiles et les plus belles pièces de machinerie qu'on ait encore fondues.

De même pour l'hélice, comme pièce de bronze.

Tous ceux qui l'ont vue l'ont admirée.

La grande roue d'engrenage, si remarquable par la division et la taille de ses dents, a des dimensions qui étonnent, et l'on peut dire que beaucoup de constructeurs auraient hésité à lui donner la longueur de 2=40, qui cependant est nécessaire.

L'arbre de couche a, au minimum, 46 °/= de diamètre et 52 °/=, au portage de la grande roue.

Cette pièce de forge magnifique, ainsi que les grandes bielles et les T des pistons, acquiert encore plus de valeur, lorsque l'on tient compte des moyens avec lesquels elle a été obtenue.

Comme travail difficile et parfaitement exécuté, on doit citer aussi la partie inférieure des bâches pour la chaudronnerie en tôle, et presque tout le tuyautage pour la chaudronnerie en cuivre.

L'ajustage des différentes pièces de fonte et de forge a été fait avec la plus grande précision.

La liaison des condenseurs aux fonds du vaisseau, et celle des cy-

lindres et des bâtis aux condenseurs, ont été opérées avec une extrême solidité.

Enfin, dans le but d'éviter les échauffements et d'obtenir une plus grande douceur dans les mouvements, les glissières des T de piston et tous les coussinets importants ont été doublés de métal anti-friction.

Depuis les expériences du *Charlemagne* et de la *Reine-Hortense*, cet alliage était acquis à la marine comme le meilleur pour les coussinets, et même comme le seul qui puisse résister à des rotations rapides.

Dimensions principales de la petite machine.

Les cylindres de la petite machine ont pour :

Diamètre.	$d = 0^m$	80
Pour course des pistons	$c = 0^m$	50
D'où pour.	$d^2c = 0^{m3}$	160

La force nominale de 30 chevaux est obtenue par 50 tours et par une vitesse des pistons égale à $0^m 83$ par seconde.

Tiroirs.

Les tiroirs sont réglés comme ceux de la grande machine, de manière à introduire la vapeur pendant les 0,80 de la course des pistons.

Pompe à air.

Il n'y a pas de détente variable.

Le diamètre de la pompe à air est.. . .	$d = 0^m$	31
La course de son piston	$c' = 0^m$	25
Donc	$d^2c' = 0^{m3}$	0239

et l'on a, cette pompe étant à double effet :

$$\frac{d'^2\, c'}{d^2\, c} = 0{,}15$$

chiffre assez élevé.

Chaudières.

L'appareil évaporatoire du *Napoléon* est composé de 8 corps de chaudières tubulaires, qui sont égaux et disposés en 2 groupes de 4, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière de la machine proprement dite.

Les foyers, au nombre total de 40, et dont la longueur est parallèle à la quille du vaisseau, sont desservis par deux chambres de chauffe par chaque groupe.

Des cloisons séparent les corps des deux bords. Celle de l'avant

permet de communiquer entre les deux chambres de chauffe avant, e celle de l'arrière donne passage à l'arbre de l'hélice.

Les corps de chaudières ont chacun 8 foyers, et sont de véritables prismes triangulaires, à peine arrondis à quelques-unes de leurs arêtes.

Des tirants intérieurs, en assez grand nombre, rachètent le peu de solidité dû à cette forme et permettent de pousser la pression de la vapeur jusqu'à 88c/m de mercure en sus de l'atmosphère.

Les cheminées sont au nombre de deux; elles s'élèvent du centre de chaque groupe jusqu'à 6m80 au-dessus du pont des gaillards, où elles sont éloignées, d'axe en axe avec le grand mât, l'une de 15m25 à l'avant du vaisseau, l'autre de 4m20 à l'arrière.

Les dimensions principales d'un corps et les résultats des calculs, pour tout l'appareil, sont les suivants :

DIMENSIONS PRINCIPALES.

Longueur de la chaudière	2m	850
Hauteur moyenne	4m	112
Largeur moyenne	4m	350
Nombre de foyers	8	»
Longueur des foyers	2m	350
Hauteur des foyers	1	100
Nombre des tubes pour les 8 chaudières	2236	»
Diamètre intérieur des tubes	0m	080
Longueur des tubes	1m	90
Distance des tubes au-dessus des foyers	0m	220
Niveau d'eau au-dessus des tubes	0m	200
Diamètre de l'une des cheminées	2m	200
Hauteur des cheminées au-dessus du seuil de la porte des foyers	15	80

RÉSULTATS DES CALCULS.

Surface totale des grilles	68m2	08
Id. de chauffe des foyers	127m2	8732
Id. des chambres de fumée	105m2	9744
Id. des plaques de tête arrière	27m2	7200
Id. id. id. avant	31m2	9016
Id. des tubes de 0m080	1066m2	3484
Id. des cendriers	135m2	3760
Surface de chauffe totale, non compris les plaques de tête	1377m2	1560
Surface de chauffe totale, y compris les plaques de tête	1436m2	7776

Volume d'eau d'un corps.	15^{m3}	522
Volume total	124^{m3}	174
Volume de vapeur d'un corps.	13^{m3}	247
Volume total, en ajoutant les 2 coffres placés à l'intérieur des cheminées	118^{m3}	138

L'une des conclusions que ces chiffres, proportionnés d'ailleurs parfaitement entr'eux, permettent de tirer, est que l'appareil évaporatoire doit avoir une très-grande puissance, relativement à la force nominale de la machine.

La surface des grilles s'élève en effet à $0^{m2}0709$ par cheval, et celle de chauffe à $1^{m2}4966$.

Les chaudières contiennent, en outre, soit à leur intérieur, soit au-dessus du coffre à vapeur, des dispositions qui doivent augmenter la production d'eau vaporisée, et faire parvenir la vapeur aux cylindres, dans un état de siccité presque complet.

Un gros tube bouilleur a été établi au fond de plusieurs foyers, au milieu des chambres de fumée, à la partie supérieure de l'autel, entre les lames d'eau transversales et le ciel des chambres de fumée.

Les gaz et la fumée qui sortent des foyers, continuent à être brûlés dans les chambres de fumée arrière, et les parois des lames d'eau, ainsi que les plaques de tête arrière, absorbent une partie de la chaleur des flammes qui glissent sur elles; mais, jusqu'à présent, dans les chaudières marines, on avait négligé d'utiliser, avant son passage dans les tubes, la chaleur correspondante des gaz enflammés qui traversent le milieu des chambres.

Les tubes bouilleurs remplissent cet objet, et pour qu'ils soient efficaces, on a eu soin d'augmenter, d'une quantité égale, au moins, à leur volume, la capacité habituelle des chambres de fumée arrière.

En quittant les chambres de fumée, les gaz chauds traversent, comme à l'ordinaire, les tubes de faible diamètre et nombreux qui sont au-dessus des foyers.

Les distances qui séparent les rangées verticales de ces tubes disposés en échiquier, sont plus grandes qu'à l'ordinaire.

Elle ont $12^{c}/^{m}$ au-dessus des lames d'eau, $8^{c}/^{m}$ au-dessus du milieu des foyers, et $3^{c}/^{m}5$ partout ailleurs.

Or, c'est d'elles que dépend le dégagement plus ou moins rapide de la vapeur formée autour des tubes et, surtout, au-dessus du ciel des foyers.

L'accroissement qui leur a été donné doit donc favoriser la production de la vapeur.

Après avoir traversé les tubes, les gaz chauds arrivent à la naissance de la cheminée, par les chambres de fumée, avant, et par un conduit intérieur, au coffre à vapeur.

Les parois de ce conduit absorbent, comme dans les autres appareils, pour maintenir ou pour élever la température de la vapeur, une partie de la chaleur dont les gaz sont encore pourvus, en sus de celle qui est rigoureusement nécessaire au tirage.

Mais, en outre, on a employé le reste de cette chaleur supplémentaire à sécher la vapeur, au moment où elle va entrer dans les tuyaux d'admission aux cylindres.

Pour cela, le bas de la machine a été élargi et a reçu centralement, jusqu'à 1^m35 de hauteur, un coffre à vapeur terminé, à sa partie supérieure, par une demi-sphère, divisé intérieurement en quatre compartiments pour les quatre corps du même groupe, et dont la paroi est entièrement exposée au contact de la fumée.

Les quatre tuyaux d'admission de l'avant et ceux de l'arrière, d'abord isolés jusqu'aux vannes d'arrêt, se réunissent, après elles, en un seul conduit circulaire, ayant 0^m81 de diamètre intérieur.

La section de ce conduit a $5152^{c/m2}$ de surface; elle est un peu plus grande que celle de l'un des orifices des cylindres, et plus que le double de celle de la partie de l'orifice qui est découverte par le tiroir.

Telles sont les dimensions principales et les dispositions importantes des chaudières du *Napoléon*.. Elles montrent que cet appareil tubulaire a été construit avec un grand soin, et qu'on doit le regarder comme l'un des plus parfaits qui aient été exécutés.

Hélice.

Le vaisseau *le Napoléon* n'a pas de puits pour son hélice. Au lieu de la remonter hors de l'eau, lorsque le bâtiment doit marcher à la voile, sans le secours de la machine, on affole l'arbre sur lequel elle est fixée.

Des deux coussinets qui supportent cet arbre, l'un est situé à l'intérieur du vaisseau, à l'avant du presse-étoupe, et l'autre dans l'eau, à l'arrière de l'hélice, contre la face avant du second étambot.

Ce dernier coussinet est le seul de toute la machine que l'on ne puisse visiter ni changer sur place.

Mais par un petit puits percé à l'avant du deuxième étambot, et au moyen de la disposition et de la suspension imaginées pour ce coussinet, par M. l'ingénieur Dupuy de Lôme, afin de corriger l'influence des variations de l'arc du bâtiment sur la ligne des arbres de l'hélice, il sera facile, en mer, de l'amener à l'intérieur du vaisseau et de le remettre en place, après l'avoir visité ou changé.

Depuis le palier de butée, qui est situé sur le bâti arrière du cylindre avant, jusqu'au coussinet dont nous venons de parler, s'étendent bout-à-bout, 5 arbres formant une longueur de près de 37 mètres. Le premier porte le pignon de l'engrenage, et le dernier, l'hélice.

Les 3 autres ont pour but de diminuer la longueur des deux extrêmes, de ne mettre forcément les coussinets en ligne droite que de deux en deux, et de faire que la ligne d'axe de l'hélice se prête aux augmentations de l'arc du vaisseau.

L'avant-dernier arbre vers l'arrière permet encore, après qu'on l'a soulevé, de rentrer l'arbre porte-hélice dans l'intérieur du bâtiment et de rapprocher l'hélice de l'étambot avant, pour dégager et soulever le coussinet arrière.

La liaison entre les 4 premiers arbres, à partir de l'avant, est opérée par des manchons à section carrée, dans lesquels les bouts des arbres ont un peu de galbe, afin de pouvoir prendre un léger changement d'inclinaison, si l'arc du vaisseau venait à augmenter.

Mais l'extrémité arrière du quatrième arbre est réunie à celle avant de l'arbre porte-hélice, au moyen de deux plateaux circulaires, fixés normalement au bout des arbres, et percés de trous qui se correspondent et sont traversés par 4 gros boulons.

Cette disposition a été adoptée pour faciliter l'affolement de l'hélice.

On produit cet affolement en retirant les boulons du plateau de l'arrière et, inversement, l'on embraye en les remettant en place.

Toutefois, ces boulons ne sont pas retirés ou poussés isolément à la main.

On les a encastrés dans un tourteau situé à l'avant du plateau du quatrième arbre. et c'est ce tourteau que l'on fait avancer ou reculer, à bras, par un système de déclic agissant au moyen de roues d'engrenage, sur quatre vis, auxquelles le plateau sert d'écrous.

Un frein, destiné à empêcher l'hélice de tourner lorsqu'on veut l'affoler ou l'embrayer, appuie dans une gorge creusée sur la circonférence du plateau de l'arbre porte-hélice.

Ajoutons que cet arbre, qui est en fer forgé comme les autres, a été enveloppé, dans la partie qui est en contact avec l'eau de mer, d'une chemise en bronze laissant entre elle et lui un jeu de quelques millimètres que l'on a comblé en y coulant de l'étain.

Dimensions de l'hélice.

L'hélice du *Napoléon* a 4 ailes : un diamètre de 5m803 et une hauteur maximum, suivant l'axe, de 55 centimètres.

La directrice est courbe.

Le pas d'entrée, qui varie avec la distance de l'axe au point de l'aile que l'on considère, est de 7 mètres près du moyeu, de 5m30 au bord extérieur, et de 7m30 aux 2/3 de la longueur de l'aile, c'est-à-dire à la partie qui correspond sensiblement au centre d'action.

Le pas de sortie a été raccordé au pas d'entrée vers les 3/4 de la

hauteur qu'auraient eue les ailes, si on l'eût pris seul pour pas; il a pour longueur constante 9m40.

Le pas moyen donné par la corde, qui sous-tend la directrice, est de 8m50 environ.

La fraction de pas serait de 85 centimètres pour les 4 ailes réunies, si elles avaient été tracées régulièrement avec le pas de sortie.

Le rapport du pas de sortie au diamètre est égal à 1,62.

La résistance relative :

$$\frac{K\,B^2}{D^2}$$

expression dans laquelle K est la résistance du vaisseau par mètre carré de surface immergée et par mètre de vitesse, B^2 la surface plongée au maître-couple, et D le diamètre de l'hélice de laquelle dépend encore principalement le recul du propulseur, a eu pour valeur moyenne pendant les essais :

$$\frac{K\,99^{m2}}{5{,}803^2} = K\ 3{,}94$$

L'épaisseur variable des ailes est tout entière à l'arrière de la surface héliçoïdale; celle-ci a été polie avec beaucoup de soin et les arêtes, surtout à l'avant, ont été affinées autant que possible.

Enfin, l'arbre de l'hélice a 37 centimètres de diamètre, sans comprendre la chemise en bronze; il tourne de tribord à babord, pour un observateur placé au-dessus de lui, et l'axe à peu près parallèle à la quille du vaisseau est abaissé vers elle de l'arrière à l'avant de 19 centimètres seulement sur une longueur de 37 mètres.

Poids de la machine.

La machine et les chaudières vides du *Napoléon* pèsent 830 tonneaux, en y comprenant tous les parquets, ainsi que des barreaux de grilles et des tubes de rechange.

Si on leur ajoute les 120 tonneaux d'eau des chaudières, on forme un total de 950 tonneaux (1), d'où, à peu près, 1,000 kilogrammes par cheval nominal.

Ce poids élevé est principalement la conséquence des conditions imposées pour la construction de la machine. Et, si indépendamment de cette cause, certaines pièces étaient trouvées un peu lourdes ou cer-

(1) Le chiffre 950 Tx a été extrait du devis d'armement dressé par M. l'ingénieur Dupuy de Lôme. Depuis la rédaction du rapport, M. Moll a fait connaître que le poids de sa machine s'élevait seulement à 840 Tx, dont 370 Tx pour les chaudières pleines, 465 Tx pour la machine et 5 Tx pour le petit cheval.

tains organes trop puissants, eu égard à la force nominale, comme les chaudières, on devrait considérer que le constructeur de l'appareil et l'auteur du projet d'ensemble du vaisseau, ont agi sagement, l'un en négligeant, en vue d'une solidité et d'une force motrice assurées, la défaveur qu'un poids considérable pouvait jeter sur sa machine; l'autre en acceptant ce poids nonobstant les modifications qu'il apportait à l'économie de son œuvre.

Il fallait, avant tout, ne pas compromettre, par un défaut de marche du *Napoléon*, la question si importante des vaisseaux à hélice à grande vitesse.

Conditions de chargement du vaisseau.

Le *Napoléon* avait reçu, pour les premiers essais de sa machine, son chargement complet en tout excepté en combustible.

Il avait à bord ses trois mois de vivres, ses caisses à eau pleines, sa drôme, toutes ses munitions de guerre et d'exercice et trois mois de rechange.

Mais au lieu de 730 tonneaux de charbon que les soutes peuvent contenir, 500 tonneaux seulement avaient été embarqués.

Néanmoins, à cause du poids dû au système de la machine, le vaisseau était alors immergé de 6 centimètres en sus du tirant d'eau moyen en charge prévu au projet et qui est de $7^{m}72$.

Le tirant d'eau moyen avec l'eau des chaudières, qui est aussi comprise dans le déplacement prévu, s'élevait à $7^{m}85$ d'après les tirants d'eau avant et arrière, mais à $7^{m}78$ seulement en tenant compte d'un arc de 11 centimètres.

La hauteur de batterie était de 2 mètres au milieu.

Le tirant d'eau des essais définitifs a été un peu diminué par le charbon consommé pendant les expériences préparatoires; il a varié de $7^{m}75$ à $7^{m}69$, avec une différence de 85 à 95 centimètres.

Les surfaces plongées au maître-couple correspondantes ont été $100^{m2}54$ et $99^{m2}03$, et les déplacements de la carène 5,100 tonneaux et 5,017 tonneaux.

État de propreté de la carène et de l'hélice.

Le cuivre du vaisseau avait été nettoyé avec le plus grand soin dans l'un des bassins; mais le bâtiment, conduit dans la petite rade, y avait passé au mouillage les quatre mois les plus chauds de l'année. Aussi, la carène, comme on l'a reconnu par une nouvelle entrée dans le bassin au mois d'octobre, était recouverte de limon sur presque toute la surface, et elle avait déjà dans certains endroits, à l'arrière principalement, quelques herbes marines.

Cependant, il n'est guère probable que ce limon et ces herbes aient augmenté la résistance du vaisseau d'une manière sensible.

Quant à l'hélice, on l'a trouvée tout à fait propre, sans doute à cause de la vitesse de rotation qui lui a été imprimée.

Du compteur et des indicateurs.

Les nombres de tours de la machine ont été relevés, pendant les expériences, par un compteur Garnier dont la marche, vérifiée plusieurs fois, avait la plus grande régularité.

Quatre indicateurs du même constructeur, munis des ressorts de la basse pression, étaient installés sur les couvercles et sur les fonds des deux cylindres.

Les tuyaux de vapeur de ces deux instruments avaient un diamètre trois fois plus grand que celui de leurs pistons et la courbure de ceux qu'il avait fallu ployer était extrêmement douce.

Dans ces conditions les quatre courbes tracées au même moment devaient indiquer, d'une manière exacte, les pressions et les vides des cylindres.

PREMIÈRE SORTIE

Essais de la machine.

C'est le 30 août, un mois et demi après le premier essai sur place, que les expériences de la machine ont été commencées par la Commission.

Le vaisseau avait encore 460 tonneaux de charbon, toute son eau et ses vivres. Le tirant d'eau moyen, corrigé de l'arc, était de $7^{m}76$, avec une différence de 92 centimètres, et la portion immergée du maître-couple avait pour surface $100^{m}20$.

Les grilles des huit corps de chaudières avaient été chargées en New-Castle pour l'arrière et en Cardiff pour l'avant, de 6,500 k. de charbon.

Les feux ayant été allumés, on obtint, sans les pousser, de la vapeur au bout de 50 minutes et après avoir jeté sur les grilles 2 à 3 tonneaux de charbon (total 9 à 10 tonneaux).

Pendant cette chauffe, le tirage a été suffisamment énergique et il est demeuré tel depuis; mais lorsque la pression eut atteint 70 centimètres au-dessus d'une atmosphère, des ébullitions tumultueuses se sont encore manifestées dans les chaudières, et les soupapes de sûreté levées sans doute un peu trop vite, ont laissé échapper par leurs tuyaux des jets de vapeur et d'eau qui retombaient en pluie sur le pont.

Ces ébullitions ont généralement lieu dans les chaudières tubulaires qui sont neuves, et elles recommencent aussi longtemps que les matières grasses employées à la construction des appareils altèrent la pureté de l'eau échauffée. Elles se reproduisent, en outre, toutes les fois que l'on chauffe lentement et sans alimenter, ou que l'on a conservé de l'eau ayant été mise déjà en ébullition.

Elles ont dépassé pour *le Napoléon* les limites ordinaires de durée et d'intensité, par suite des installations et des avaries qui ont retardé le fonctionnement des pompes d'alimentation par la petite machine. Mais elles ont toujours cessé, lorsqu'après avoir ouvert les portes des tubes pour reconnaître si l'abaissement du niveau d'eau n'avait permis à aucun d'eux de rougir, on alimentait en mettant en marche.

Quand elles eurent encore disparu cette fois par quelques tours de la machine, on appareilla de la petite rade de Toulon pour les îles d'Hières.

La Commission d'armement du vaisseau, présidée par le Major Général de la Marine, était à bord.

Le bâtiment partit à toute vitesse jusqu'à la hauteur de la grande passe, puis il revint sous la même allure à l'entrée de la petite rade.

Ce premier parcours avait pour objet de constater le bon fonctionnement de la machine avant d'entreprendre un trajet de quelque durée.

Il a permis de reconnaître en outre la facilité si grande et si remarquable avec laquelle on met l'appareil en marche.

Lorsque les cylindres sont échauffés des deux côtés, que les condenseurs sont purgés et que les bielles pour la marche en avant ont été placées vis-à-vis les boutons des tiroirs, la machine part aussitôt qu'on ouvre les valves des tuyaux d'admission et elle continue à tourner indéfiniment.

Les deux valves sont manœuvrées à la fois par un seul homme qui opère et régularise le mouvement.

Inversement, lorsque l'on stoppe en fermant les valves, la machine s'arrête immédiatement quand le vaisseau a peu de vitesse, et lorsque le sillage est rapide, elle ne continue à tourner que par l'entraînement de l'hélice.

La mer était belle pendant le parcours, une petite brise soufflait, en allant, à l'arrière; et debout en revenant.

La mâture haute était en place, mais avec toutes les voiles serrées.

On avait ouvert en grand les valves d'admission et celles des détentes variables dont ni les cames, ni les bielles n'étaient installées.

La pression dans les chaudières a été maintenue à 60 centimètres, le nombre de tours de la machine par minute a varié de 20 à 22 avec vent arrière, et le loch a donné de 10 nœuds 5 à 11 nœuds.

Au retour, la moyenne des lochs a été de 11 nœuds 2 malgré la brise contraire.

Les pièces de la machine ont en général fonctionné avec une extrême régularité.

Aucun choc dans les cylindres n'a été entendu, aucun échauffement n'a été produit, soit dans les glissières, soit dans les coussinets, grâce sans doute à l'emploi du métal anti-friction.

Le mouvement de l'engrenage a été admirable par sa douceur; il n'a causé aux dents de la grande roue, ni ébranlement, ni altération.

Les tiroirs convenablement graissés n'ont pas brouté; mais les coulisses qui réunissent les deux bielles d'excentrique et qui, pour la marche en avant, sont placées le plus haut possible ont, malgré leur contre-poids et soit à cause de leur position instable, soit à cause de quelque obliquité dans le montage ou de quelque jeu dans les coussinets, éprouvé des vibrations un peu fortes.

Ce défaut, qui provient aussi du mouvement contrarié des bielles, n'était pas très-grave, puisqu'on l'a laissé reproduire pendant les différents essais de la machine.

Toutefois le constructeur a reconnu la nécessité de le diminuer et la commission pense qu'il y parviendra sans difficulté.

Les clapets de tête des pompes à air ont aussi donné lieu, comme il arrive toujours lorsqu'ils sont métalliques, à un bruit assez violent mais nullement dangereux.

Ce bruit avait été évité dans plusieurs machines faites à Indret, en mettant le dessus des pistons de pompe à air en communication constante avec l'atmosphère au moyen d'un tuyau traversant le couvercle des pompes.

Dans l'appareil du *Napoléon* où les clapets ont des dimensions et un poids considérables et où les soulèvements en sont très-fréquents, une installation analogue n'a diminué que faiblement les chocs.

Mais tandis que le fonctionnement général de la transmission de mouvement était très-satisfaisant, les cylindres avaient par les trous d'homme et par les presse-étoupes des tiges, des rentrées d'air qui, en altérant le vide, diminuaient la pression effective sur les pistons.

C'est par ce motif que les nombres de tours par minute et les lochs ont été inférieurs à ceux des deux sorties préliminaires,

Après qu'on eût stoppé à l'entrée de la petite rade pour débarquer la commission d'armement, le vaisseau fut de nouveau conduit le long des îles d'Hières à la hauteur de la grande passe où l'on stoppa encore pour aveugler les rentrées d'air des cylindres. Puis, cette réparation achevée bien qu'incomplétement, on prit un relèvement au moyen du phare du Titan et du feu de Porquerolles et l'on fit route pour Ajaccio.

Toute la nuit, la mer demeura extrêmement belle; une brise faible

souffla tantôt de l'arrière, tantôt de l'avant ; la machine, la mâture et la voilure du vaisseau furent maintenues dans les conditions décrites plus haut, et le lendemain, 31 août, vers 3 heures et demie du matin, on relevait le phare de la Grande Sanguinaire.

En mesurant sur la carte la distance comprise entre les deux relèvements, on a trouvé 119 milles ; le temps employé à les parcourir a été de 9 heures 48′ et le nombre de tours total de la machine 13,312. D'après ces chiffres la vitesse moyenne s'est élevée à 12 nœuds 14 et le nombre de tours par minute à 22 tours 64.

Le sillage moyen donné par le loch est de 12 nœuds 51.

Plusieurs fois des lochs de 13 nœuds ont été obtenus et en même temps, on comptait dans la machine 24 tours de manivelle par minute.

Le nombre de chevaux de basse pression qui ont été développés pour la vitesse moyenne est de 1030 seulement ; il a montré de suite que l'utilisation du vaisseau est supérieure à celle des plus grands navires à vapeur essayés jusqu'à présent.

Nous reviendrons plus tard sur cette meilleure utilisation qui dénote à la fois des formes de carène ainsi que des dimensions de machine et d'hélice très-favorables à la vitesse.

La consommation du charbon n'a pu être mesurée avec toute l'exactitude désirable ; elle a été évaluée à 96 tonneaux par 24 heures, d'où résulte le chiffre de $3^{k}89$ par cheval et par heure, chiffre assez faible eu égard au peu de détente, mais qu'un bon vide aurait encore diminué.

En effet, la production de vapeur sensible dans les cylindres calculée d'après les courbes des indicateurs, s'est élevée par heure en moyenne à 26,132 kilogrammes, de telle sorte qu'en admettant comme vraie la dépense des 96^{kx}, un kilogramme de charbon aurait vaporisé 6 litres 53. Ce nombre considérable et pour lequel on n'a tenu compte, ni de la vapeur des espaces morts, ni de la vapeur condensée, ni de l'eau entraînée dans les cylindres, provient de la bonne qualité des charbons, du peu de refroidissement des cylindres par les condenseurs à cause des pulsations assez nombreuses des pistons, du faible rayonnement de ces mêmes cylindres qui sont courts, eu égard à leur diamètre, et enfin de l'état de siccité dans lequel ils sont maintenus par les robinets qui les purgent à chaque coup de piston.

Durant tout le parcours, la machine a continué à fonctionner très-régulièrement.

Néanmoins, l'une des clavettes de tenue d'un des paliers du mouvement des tiroirs avait due être frappée de quart d'heure en quart d'heure.

Il fallut pour la consolider d'une manière définitive, entrer dans le golfe d'Ajaccio et mouiller devant la ville.

Marche en arrière.

Mais, avant d'arriver au mouillage, on a fait des essais sur le changement de marche de la machine, c'est-à-dire sur le renversement des bielles des excentriques.

Pour changer le sens du mouvement de la machine, il faut fermer les valves d'admission, réunir quatre hommes à chacune des roues qui agissent sur la coulisse des bielles, faire opérer le renversement et enfin ouvrir les valves.

La manœuvre des roues a exigé de une à deux minutes pour un déplacement total de la coulisse; mais dès qu'on arrive aux trois quarts de ce renversement la marche en arrière peut commencer.

Toutefois, on ne doit guère compter que le renversement des bielles puisse être opéré en moins de deux minutes et demie, depuis l'instant où l'ordre en est donné dans la machine.

Ce temps est long, mais lors même qu'il serait plus court, le changement de marche du vaisseau, au moins pour les grands sillages, n'en serait guère plus rapide.

L'aire (la masse) du bâtiment est alors tellement considérable que, comme dans les locomotives, la machine entraînée par l'hélice continue à tourner en avant, malgré la vapeur qui donne à contre sens.

Pour les appareillages difficiles, qui peuvent exiger que l'on marche subitement en arrière, on diminuera le temps du renversement des bielles en faisant ranger à l'avance les hommes aux roues de la coulisse et mouvoir celle-ci du quart de son déplacement total. Dès lors, en une minute au plus, on opérera un demi-déplacement vers l'arrière et le changement de mouvement pourra être produit.

La consolidation du palier ayant été effectuée pendant la journée et la nuit du 31 août, on a appareillé d'Ajaccio le 1er septembre au matin. Le vaisseau avait pour tirant d'eau moyen corrigé 7^{m}71, une différence de 0^{m}95 et 99^{m2}36 de surface plongée au maître couple.

Les fourneaux des huit corps de chaudières avaient été allumés, la mâture haute était encore en place, les voiles serrées, la mer belle. La brise soufflant faiblement du nord-ouest, c'est-à-dire debout, on a obtenu de nouveau des lochs de 12 à 13 nœuds.

Mais en sortant du golfe, une fuite dans l'un des conduits de vapeur près d'un cylindre a forcé de stopper.

Expériences à la voile.

On a aussitôt profité de cet arrêt de la machine pour essayer le vaisseau à la voile.

Les feux furent poussés au fond des fourneaux et l'hélice désembrayée.

La mer était houleuse du nord-ouest, et la brise très-faible.

Dans ces circonstances de vent et de mer, peu favorables aux évolutions du bâtiment, on a louvoyé pendant tout le jour avec les basses voiles, les huniers et les perroquets, et effectué plusieurs virements de bord, vent devant, et un virement lof pour lof.

L'hélice affolée tournait dès que le sillage du vaisseau atteignait 2 nœuds; elle n'a pas semblé retarder d'une manière sensible les virements de bords, vent devant, qui tous ont eu lieu à des moments où la vitesse était supérieure à 2 nœuds.

L'un de ces virements, commencé avec un sillage de 3 nœuds 2, et contrarié par une houle assez forte, a été terminé en six minutes et demie.

Le virement, vent arrière, effectué presque sans brise et avec lenteur, n'a présenté aucune donnée de temps qui mérite d'être citée.

La mâture a paru bien balancée.

Le bâtiment n'a été ni mou, ni ardent par les faibles brises qu'il a essuyées; il aura donc dans les brises fraîches, qui lui donneront de la bande, une tendance suffisante à venir au lof.

Dans tous les virements qui ont été faits, il a obéi très-convenablement à l'action de son gouvernail, sous vapeur, par les petites comme par les grandes vitesses; cette action est très-énergique et très-rapide.

Le vaisseau évolue dans un espace peu étendu, relativement à sa vitesse et à sa longueur.

Par un sillage de 6 à 7 nœuds, et avec toute la barre d'un bord, il a fait le tour du compas en décrivant une circonférence d'un diamètre à peu près égal à quatre fois sa longueur.

Ajoutons que le safran du gouvernail a été établi selon la règle des navires à vapeur, et qu'il est ainsi de 15 pour 100 plus étendu que d'après la règle des bâtiments à voiles.

Embrayage et desembrayage de l'hélice.

Vers le soir, la réparation du tuyau de vapeur étant terminée, on a réembrayé l'hélice.

L'affolement avait été produit avec une grande facilité, sans mettre en panne, à cause du faible sillage du vaisseau, en serrant le frein pour arrêter l'hélice, et en faisant agir deux hommes sur le levier du déclic dont il a été question à propos de la liaison entre les deux derniers arbres de l'hélice.

Mais le réembrayage n'a pas eu lieu d'une manière aussi rapide et aussi sûre.

Après avoir maintenu l'hélice au moyen du frein, il a fallu amener

quatre des huit trous, dont le plateau arrière est percé, vis-à-vis les quatre boulons du plateau avant.

Cette opération exigeait que l'on fît tourner le plateau arrière d'une quantité très-précise, à cause de l'exacte correspondance entre les boulons et les trous; en outre, le moyen dont on disposait pour produire cette rotation nécessitait un certain desserrement du frein, et aussitôt l'action de la mer sur les ailes de l'hélice faisait dépasser le point que l'on devait atteindre. Dorénavant, quand le vaisseau aura du sillage, on se servira d'un boulon un peu conique, que l'on introduira dans l'un des trous évidés à l'intérieur du plateau arrière, et qui, pressé à la main, contre le plateau avant à mesure que le desserrement du frein permettra la rotation, entrera dans l'un des vides laissés dans le plateau avant par le retrait des boulons.

Mais pour les cas où le vaisseau n'aura pas de vitesse, et où l'hélice ne tournera pas, malgré le desserrement complet du frein, on devra installer un moyen de produire facilement et promptement une certaine rotation du plateau arrière.

Quand, après de nombreux tâtonnements, l'hélice fut embrayée, on mit la machine en marche, en chauffant seulement le groupe des chaudières avant, qui forme la moitié de l'appareil évaporatoire, et l'on fit route avec les voiles pour les îles d'Hières.

Bientôt la brise tomba, le calme s'établit et toutes les voiles furent serrées.

Deuxième essai de la machine.

Les valves des détentes avaient été ouvertes en grand et celles d'admission aux 3/10 seulement; la pression était maintenue entre 30 et 40 centimètres et le nombre de révolutions, par minute, variait de 15 à 17.

Des rentrées d'air avaient encore lieu dans les cylindres.

Avec cette allure de machine et une mer assez belle, on a obtenu, toute la nuit, des lochs de 8 nœuds 5 à 9 nœuds.

Le lendemain matin, 2 septembre, les feux devant être mieux entretenus par les chauffeurs, on a mesuré, dans les 4 corps de chaudières, la consommation du charbon qui était du Cardiff.

Pendant 1 heure 3/4, le nombre total des tours de la machine s'est élevé à 1721, soit à 16 tours 4, par minute, et le loch (qui aurait certainement indiqué un demi-nœud de plus si, au lieu d'étrangler la vapeur par les valves d'admission, on avait eu la détente variable) a donné environ 9 nœuds. La force moyenne développée, en chevaux de basse pression, a été de 436 chevaux.

Le poids de charbon, jeté sur les grilles de manière à ramener les feux, à la fin de l'expérience, dans le même état qu'au commencement,

et constaté avec une grande exactitude, a atteint 3,500 kilogrammes, pour 1 heure 40', ou 2,100 kilogrammes, par heure, et 50 tonneaux 400 kilogrammes, par 24 heures.

Il en résulte une consommation de 4 k 53, par cheval effectif et par heure, consommation un peu forte et due à des fuites de vapeur dans les chaudières qui n'étaient pas chauffées, ainsi qu'au vide dans les condenseurs, qui était médiocre; la quantité d'eau vaporisée en une heure d'une manière sensible dans les cylindres, a été trouvée, par les courbes, de 13,501 kilogrammes ou de 6 litres 43, par kilogramme de charbon.

Ce dernier chiffre est faible, pour du charbon de Cardiff, relativement à celui qui a été constaté dans la première expérience, et il aurait été sans doute plus considérable, si la communication entre les deux groupes de chaudières, par les tuyaux d'admission, avait pu être interrompue d'une manière complète.

Mais les vannes d'arrêt pour la prise de vapeur étaient gauchies par la dilatation, et l'on voyait la vapeur sortir par les tuyaux des soupapes de sûreté des quatre corps qui n'étaient pas chauffés.

Ces fuites qu'il sera facile d'amoindrir, sont d'ailleurs produites avec tous les systèmes de soupapes d'arrêt et dans toutes les machines dont on ne chauffe pas tous les corps de chaudières.

Pendant cette deuxième expérience de consommation de charbon, le vide dans les cylindres diminué par des rentrées d'air, était de 50 centimètres, à l'arrière, et de 57 centimètres, à l'avant.

Dans l'après-midi, le vaisseau est arrivé devant les îles d'Hières, et l'on a fait sur la côte Sud de celle du Levant, 3 parcours à moyenne vitesse, dans le but de connaître le recul de l'hélice et l'avance du bâtiment, par chaque tour.

La durée du dernier de ces parcours a été certainement mal observée; c'est celle qui, dans le premier rapport de la la commission, a fait attribuer au recul avec le pas de sortie 9m40, la valeur trop faible de 0,06.

En combinant seulement les données des deux premiers parcours, on est conduit à une avance moyenne de 8m 372, par tour d'hélice, et au recul de 0,11 qui est exact.

La surface plongée du maître-couple était de 98m²80, la mer belle. Une petite brise favorisait le premier parcours, mais retardait davantage le deuxième; sans elle, on aurait obtenu, en moyenne, la vitesse de 9 nœuds, pour 16¹ 5 et 450 chevaux de basse pression, résultat qui démontre encore, d'une manière frappante, la grande utilisation du vaisseau.

Après avoir constaté ces premières données sur le fonctionnement de la machine, sur la vitesse du vaisseau, sur la manière dont il évolue

et sur la consommation du charbon, la Commission a jugé utile de rentrer à Toulon, pour visiter quelques détails de l'appareil et le mettre dans un état parfait, qui lui permette de développer toute sa puissance.

Une petite brise du nord-ouest s'étant élevée au commencement de la nuit, on en a encore profité pour louvoyer, avec l'hélice affolée; mais cette brise ayant molli au bout de peu de temps, on a ravivé les feux, et le vaisseau mû par l'hélice, a été conduit et mouillé dans la petite rade, devant les chantiers du Mourillon, le 3 septembre avant 1 heure du matin.

DEUXIÈME SORTIE.

Le Napoléon a fait une seconde sortie, pour les essais de sa machine, le 16 septembre dans l'après-midi. Il avait complété ses vivres et son eau et réembarqué du charbon de Newcastle jusqu'au tirant d'eau moyen, corrigé de l'arc, de 7^{m} 76.

Tous les fourneaux ayant été encore allumés, on a appareillé avec une pression de 50 à 60 centimètres et conduit le vaisseau dans la rade des îles d'Hières, sur une base entre les Mèdes et l'île Bagau. Cette base, dont la longueur est de 5 milles 6, a été parcourue d'abord, de l'Ouest à l'Est, puis en sens inverse. Il ventait petite brise du travers, pour le premier parcours, et jolie brise debout, pour le deuxième; la mer était houleuse.

Les valves de détente et d'admission avaient été ouvertes en grand, et la vapeur était introduite par les tiroirs de distribution, pendant les 0,80 de la course des pistons.

La surface plongée du maître couple s'élevait à 100^{m2} 10.

La vitesse du premier parcours que la houle retardait, malgré la brise favorable, a été de 12 nœuds 21, avec 1140 chevaux effectifs, 23 tours 63, par minute; et une production, par heure de 31,560 kilogrammes de vapeur sensible dans les cylindres.

Le sillage moyen, qui résulte des deux parcours, est de 12 nœuds, avec 1,120 chevaux de basse pression. Il donne un recul négatif de 0^{m} 12 pour le pas d'entrée 7^{m} 30, et positif de 0,135, pour le pas de sortie 9^{m} 40. L'avance moyenne, rendue par le vent et par la houle plus faible qu'elle n'eût été, par calme, a été de 8^{m} 172.

La machine a fonctionné avec la même douceur et la même régularité que dans la première sortie. Mais le vide était encore mauvais dans le cylindre arrière par suite de l'ouverture du robinet qui met la bâche arrière en communication avec les tuyaux d'injection, afin que la petite machine puisse alimenter les chaudières quand elle marche seule.

L'injection ayant donc lieu dans le condenseur arrière, avec de l'eau chaude, le baromètre correspondant marquait seulement 40 centimètres de vide, celui de l'avant indiquait, au contraire, plus de 60 centimètres.

Après cette expérience à grande vitesse, la venue de la nuit n'a pas permis d'entreprendre l'étude de la machine, à des sillages plus modérés, et le bâtiment est allé jeter un pied d'ancre au mouillage habituel des vaisseaux.

Le lendemain matin 17 septembre, les quatre corps de l'avant ayant été allumés et les valves réglées à 0,3 d'ouverture, le vaisseau est parti, avec 40 centimètres de pression, pour la base de la pointe Blanche du cap Bénat au cap Lardier.

Il avait pour surface plongée au maître couple 99m²30, la mâture haute en place et les voiles serrées; la mer était assez belle, la brise petite et soufflant presque de l'arrière.

Ainsi favorisé par le vent, mais avec la moitié seulement de ses chaudières, *le Napoléon* a parcouru 12 milles 33 en 1 heure 8', 3", au moyen de 1307 tours de machine, d'où résulte une vitesse moyenne de 10m8 pour 19 tours 08.

Le vide moyen dans les cylindres était de 63c/m. Le nombre de chevaux de basse pression s'est élevé à 620, et, comme emploi de la force motrice, *le Napoléon* n'a pas présenté de plus beau résultat.

Du cap Lardier, le vaisseau est revenu à la pointe Blanche, contre la brise et avec une vitesse de 9m06 pour 18 tours 44.

La moyenne des deux parcours, vent arrière et vent debout, qui est inférieure à celle que l'on aurait obtenue, par calme, surtout avec une détente variable, a donné 18 tours 76; 9m08; 0,11 de recul, avec le pas de 9m40; 612 chevaux effectifs; 642 chevaux nominaux et 15715 kilogrammes de vapeur sensible par heure.

Les feux avaient été conduits avec ménagement, et l'on peut affirmer que cette vitesse moyenne de 10 nœuds sera reproduite, en calme, avec la moitié de l'appareil évaporatoire, aussi longtemps que la carène demeurera propre, et surtout lorsque la détente variable fonctionnera.

La consommation du charbon, qui était du New-Castle, n'a pas été mesurée exactement; bien qu'on ait voulu le faire. Elle s'est élevée, au moins, à 70 tonneaux par 24 heures, pour 18 tours 90 à la minute, et 620 chevaux effectifs. En adoptant ces 70 tonneaux, on arrive à une consommation de 4k70 par cheval, et à une vaporisation, dans les cylindres, de 8 litres 4 d'eau par kilogramme de charbon.

Ces deux chiffres sont, l'un supérieur, l'autre inférieur à ceux de la deuxième expérience, qui avait été faite aussi sur quatre corps de chaudières; mais les différences sont naturellement expliquées par la

diversité des charbons, qui étaient d'abord de Cardiff, puis de New-Castle, et par des fuites de vapeur un peu plus considérables, qui avaient lieu par les vannes d'arrêt.

Le Cardiff, en effet, donne toujours une quantité de vapeur supérieure de 12 à 15 pour 100 à celle que produit le New-Castle.

L'étude de la marche du vaisseau, avec la moitié de l'appareil évaporatoire, étant ainsi faite, on a éteint successivement, dans chaque chaudière, plusieurs fourneaux, de manière à réduire la valeur des 4 corps à celle de 3, puis de 2.

Une base de 2 milles 27, entre le cap Bénat et le fort Brégançon, a été parcourue, avec la vapeur de 3 chaudières et une petite brise debout, en 15′ 40″, c'est-à-dire à raison de 8 milles 7 à l'heure.

Avec 2 chaudières, et par petite brise arrière, le vaisseau a fait le même trajet en 16′ 50″ avec 239 tours de machine, ce qui donne une vitesse de 8ⁿ09 et 14 tours à la minute; mais, par jolie brise debout, il a employé 20′ et 313 tours, d'où 6ⁿ81 seulement pour 15 tours 50.

De ces deux derniers résultats, on doit conclure que *le Napoléon* atteindra, par calme et sans détente, près de 8 nœuds avec le 1/4 de son appareil évaporatoire.

En effet, les cubes des vitesses variant proportionnellement aux puissances développées, on trouve que 8 nœuds correspondent au quart de la force qui a produit la vitesse de 12 nœuds.

Ces différents parcours, à petite vitesse, ont conduit jusqu'au soir du 18 septembre, et le vaisseau est rentré, de nuit, à son poste ordinaire, dans la petite rade de Toulon, en longeant les bâtiments de l'Escadre d'Évolutions.

TROISIÈME SORTIE.

Le 25 septembre, M. le Ministre de la marine étant à bord, *le Napoléon* a fait, de Toulon à Marseille, une traversée excessivement remarquable. La distance minimum de 42 milles 75 entre les deux mouillages a été franchie en 3 heures 5′, d'où une vitesse de 13ⁿ86.

La brise était petite et grand largue, la mer belle, les voiles serrées, mais les vergues orientées.

Le tirant d'eau moyen avait été réduit par les consommations de charbon faites précédemment, à 7ᵐ69 avec 0,93 de différence, et la surface plongée au maître à 98ᵐ²80.

La machine, mise à toute vitesse, a fonctionné de la manière la plus régulière; la pression, dans les 8 corps de chaudières, était maintenue à 60ᵏ/ᵐ; le vide, dans les baromètres, descendait à 71ᶜ/ᵐ; le nombre de tours, par minute, s'est élevé à 25'50, et celui de l'hélice à 50 tours; l'effort moyen sur les pistons était de 106ᵏ/ᵐ5 de mercure;

le vide moyen dans les cylindres de 62c/m5; le nombre de chevaux, de basse pression, de 1475, celui de la force nominale 874, et la production de vapeur sensible de 33838k par heure, soit 38k70 par cheval nominal.

Une distance intermédiaire entre le cap Sicié et le sommet de l'île Riou, comprenant 22 milles 5, a été parcourue en 1 heure 38', c'est-à-dire à raison de 13 milles 77 à l'heure, ce qui forme sensiblement la même vitesse que celle du trajet total.

Le loch n'a donné, en moyenne, que 13 nœuds, mais il aurait dû indiquer 13m5; pour que le recul et l'utilisation eussent les mêmes valeurs que celles déjà trouvées en calme.

La différence de 13m5 à 13m86 était due à la brise ou à un faible courant de l'Est à l'Ouest, qui règne souvent sur la côte après les vents d'Est.

Le 27 septembre, au matin, S. A. I. le Prince Président étant monté à bord avec trois de ses Ministres, *le Napoléon* partit de la rade de Marseille pour Toulon, sous toute vapeur.

Pendant la moitié du trajet, la machine a été lancée à 26 tours par minute, avec un effort moyen sur les pistons de 109c/m, qui donnaient lieu à 1540 chevaux de basse pression.

Le sillage, malgré ce prodigieux développement de puissance, n'a pas dépassé 13 nœuds, à cause d'une petite brise debout et d'un peu de mer; mais la machine, à cette allure de 26 tours, qu'elle n'avait pas encore atteinte, a eu, comme précédemment, des mouvements d'une extrême douceur.

Après avoir fait du charbon, le 28 septembre, et repris le tirant d'eau moyen de 7m76 avec 100m210 de surface plongée au maître couple, *le Napoléon* a conduit à Marseille, dans la matinée du 29 septembre, S. A. I. le Prince Président.

La mer était houleuse, et une bonne brise soufflait debout.

Une demi-heure après le départ, la machine a fonctionné à toute vitesse, et elle a donné, sur une distance de 27 milles 1/4, un sillage de 12 milles 4 à l'heure.

La moyenne totale du trajet, depuis le moment où l'ancre a été levée jusqu'à celui où elle est retombée à la mer, a été de 11m7.

Peu de temps après le débarquement du prince, le vaisseau est reparti pour Toulon, la houle avait augmenté et la brise était devenue grand largue.

Les feux avaient été conservés dans les huit chaudières, mais ils étaient entretenus modérément.

La moyenne des premiers lochs a été néanmoins de 12 nœuds.

A la hauteur de la Ciotat, les voiles furent établies et brassées au plus près à cause du sillage imprimé par la machine et les lochs s'élevèrent jusqu'à 12m8.

Pendant ces deux derniers parcours, la machine a encore donné de 24 à 26 tours, par minute, et elle a continué à fonctionner régulièrement, sans échauffement.

Mais ce qui est aussi remarquable que la marche à toute vapeur, c'est la facilité avec laquelle elle produit des vitesses excessivement faibles et la régularité qu'elle conserve alors. En fermant les valves convenablement et en donnant aux coulisses des bielles d'excentrique un quart de déplacement vers la marche en arrière, si l'on veut être paré à marcher plus promptement en arrière, le nombre de tours diminue jusqu'à 7 ou même 6, par minute, sans que les pistons et les tiroirs marchent par soubresauts.

Les sillages de 3 à 4 nœuds, qui résultent de cette allure, sont extrêmement importants pour les appareillages et les mouillages difficiles, d'autant plus que le vaisseau gouverne encore très-bien, même après que l'hélice est arrêtée.

Ils ont été employés, avec le plus grand succès, à prendre tous les mouillages, de nuit, dans la petite rade de Toulon.

Tels sont les résultats donnés par la machine du *Napoléon*, dans les principales sorties où elle a été soumise à l'examen de la commission.

Les expériences peuvent être regardées comme complètes, en ce qui concerne le fonctionnement de la grande machine, les différentes vitesses du vaisseau; les nombres de tours par minute, les reculs, le nombre de chevaux développés et les utilisations. Elles feront connaître assez exactement les relations qui existaient entre la résistance du bâtiment, l'hélice et la puissance de la machine.

Mais la consommation du combustible, la production de vapeur sensible dans les cylindres et l'influence qu'exerce sur la consommation la valeur plus ou moins grande du vide moyen, devront être encore l'objet de quelques essais, pendant la navigation du vaisseau.

Il restait, en outre, à expérimenter la petite machine et la détente variable.

Petite machine.

La petite machine, retardée par son embrayage avec les pompes alimentaires, a été mise en marche le 29 septembre seulement.

A cause de la fonction si essentielle de rétablir les niveaux d'eau dans les chaudières, quand la grande machine est arrêtée, elle devait être examinée d'une manière complète.

Le 25 octobre, après les expériences de traction au point fixe, elle a marché, à vide, sous une pression de 50 à 60 centimètres, avec les valves très-peu ouvertes et une vitesse considérable.

Elle a ainsi épuisé très-rapidement l'eau de la cale employée comme eau d'injection.

La Commission l'a expérimentée de nouveau, les 10 et 11 novembre.

Pendant ces deux jours, la mise en train, avec les pompes embrayées, a été très difficile; elle n'a eu lieu, après beaucoup de tâtonnements, que sous une pression de 60 centimètres et sans injection.

Enfin, elle s'est arrêtée brusquement et a refusé complétement de partir davantage.

Cette circonstance et le fonctionnement de l'appareil, à haute pression seulement, annonçaient des avaries dans quelques-uns des organes importants.

On a reconnu, en effet, que les clapets de pied et de tête de la pompe à air étaient, les uns cassés à leurs nœuds, les autres séparés de leur poste, par suite de la rupture de leur axe.

L'insuccès des expériences était donc motivé; aussi les résultats en ont été considérés comme non avenus, et le 7 décembre, après l'achèvement des réparations, la petite machine a encore été essayée.

On l'a mise en marche, à vide, très-facilement, et l'on a embrayé les pompes alimentaires qu'elle a menées, avec les valves très-peu ouvertes, sous une pression de 60 centimètres, malgré des rentrées d'air dans les cylindres.

Plus tard, elle est partie, une première fois, avec les pompes embrayées et 50 centimètres de tension aux chaudières.

Une deuxième fois, elle a été encore mise en marche, avec les pompes, sous une pression de 60 centimètres et en ouvrant les valves de plus en plus, on a pu lui conserver un mouvement rapide et régulier jusqu'à une pression inférieure à 12 centimètres.

Mais, après qu'on eût stoppé, il a été impossible de repartir à cette faible pression, et même à 60 centimètres, sans désembrayer les pompes.

Cette difficulté de mettre en marche dépend, probablement, de la grande inertie qu'oppose à un mouvement brusque la masse d'eau considérable qu'il faut refouler dans des tuyaux très-recourbés et dépourvus de matelas d'air.

Toutefois, pendant la sortie du *Napoléon* avec l'escadre d'évolutions, la petite machine a fonctionné, à différentes reprises d'une manière très-satisfaisante après être partie sans incertitude avec les pompes embrayées.

En menant ces pompes alimentaires avant que la grande machine ait été mise en marche, elle a toujours empêché les ébullitions tumultueuses de se produire, et, après qu'on eût éteint les feux, elle a rejeté très-rapidement à la mer l'eau qui était restée dans les bâches et les condenseurs.

Mais, bien que la commission ait la confiance que ce petit appareil conservera la précision de mise en train dont il a fait preuve en der-

nier lieu, et que d'ailleurs la marche à vide suivie de l'embrayage des pompes lui paraisse devoir être effectuée sans danger d'avaries par des hommes expérimentés, elle applaudit, néanmoins, à la détermination prise par le constructeur d'installer des petits chevaux pour alimenter chaque façade des chaudières indépendamment des pompes de la grande machine.

Cette détermination est d'autant plus convenable, que le fonctionnement très-régulier de la grande machine, à l'allure de 6 à 7 tours, a rendu inutile le but principal du petit appareil, qui était de faire tourner l'hélice, pour imprimer de très-faibles vitesses au vaisseau.

On ne peut nier que cette idée d'installer deux machines pour mouvoir l'hélice ne soit excellente, à cause de la garantie qu'elle offre et de l'économie qu'elle procurerait pour la navigation à de faibles vitesses; mais l'état d'avancement dans lequel se trouvait le grand appareil à l'époque où elle a été conçue, puis adoptée, le peu d'espace demeuré libre dans le vaisseau, enfin le mécanisme nécessairement compliqué et pesant de la transmission, ont rendu très-difficiles l'installation de la petite machine et surtout son embrayage à l'arbre de l'hélice.

C'est pourquoi après avoir considéré que la mise en mouvement de l'hélice, par la petite machine, ne fait que suppléer à la grande, et que le poids et la complication de la transmission de mouvement peuvent présenter quelques inconvénients, la Commission est d'avis qu'on laisse inachevées les pièces commencées à l'atelier d'ajustage de Toulon.

Elle exprime la même opinion relativement au troisième objet de la petite machine qui était de mener les pompes de cale.

Les arbres de communication traverseraient des parties du vaisseau presque inaccessibles; le graissage de leurs coussinets serait difficile à entretenir, et d'ailleurs les petits chevaux pourront être installés de manière à épuiser directement la cale, sans recourir aux pompes qui dépendent du grand appareil.

Ce que nous avons dit du temps nécessaire au changement de marche du vaisseau et au renversement des bielles d'excentrique, montre qu'il est encore inutile de recourir à la petite machine pour opérer ce renversement.

Quelque rapide, en effet, que soit la mise en train sans les pompes d'alimentation, elle exigerait, presque à elle seule, tout le temps employé par les hommes à effectuer le changement.

Ainsi le quatrième objet de la petite machine peut encore être abandonné.

Pendant les premiers essais du petit appareil, qui a des robinets spéciaux pour la prise de vapeur aux chaudières de l'avant, les fuites des vannes d'arrêt, fuites que nous avons déjà signalées, qui ont lieu

dans toutes les machines, qu'il est presque impossible d'étancher complétement et qui enfin ont plus d'importance quand le grand appareil ne fonctionne pas, se sont montrées dans toute leur intensité.

Mais avant la dernière expérience, on avait eu soin de serrer contre son siége, au moyen de coins, la vanne de la chaudière que l'on devait allumer, et les fuites n'ont été reproduites que d'une manière insignifiante.

Le constructeur de la machine avait déjà songé à adapter un mécanisme de serrage, sur lequel on agirait à l'extérieur des tuyaux qui aboutissent aux vannes; la Commission est donc portée à croire au succès de cette installation.

Essais de la détente variable.

Les essais de la détente variable ont été retardés, comme ceux de la petite machine, par l'exécution de quelques pièces dont les dimensions devaient être prises sur place, et par la reconstruction en bronze des cames qui étaient primitivement en fonte. Ils ont eu lieu le 28 novembre, pendant un trajet à la rade des îles d'Hyères, et pendant le retour de cette rade à celle de Toulon.

Le vaisseau avait plus de 700 tonneaux de charbon; le tirant d'eau moyen corrigé était de 7^{m} 92 avec une différence de 0^{m} 94 et la surface plongée au maître couple s'élevait à 102^{m} 80.

Malgré cette grande immersion, le premier loch obtenu avec les 40 feux poussés modérément, a été de 12 nœuds 4.

Les détentes ont été d'abord enclanchées à une petite vitesse, obtenue en fermant convenablement les valves d'admission, et elles ont fonctionné avec régularité et sans choc, aussi longtemps que le nombre de tours de la machine est resté à 15 ou à 16 par minute. Mais, lorsqu'il a été porté au-delà, les chocs des galets sur les cames sont devenus très-violents.

La courbure des cames, dans le but d'arrêter rapidement l'introduction de la vapeur, a été, en effet taillée brusquement à la descente des galets.

En rendant cette courbure plus douce et en guidant le chariot, soit à son extrémité inférieure, soit latéralement par les cames elles-mêmes, on diminuera nécessairement la violence des chocs.

La commission pense qu'après ces simples modifications, le système de détente variable fonctionnera convenablement.

Pendant cette sortie du 28 novembre, l'état de la mer et la violence du vent ont empêché de rechercher l'économie de combustible que la détente pouvait produire à des vitesses de machine inférieures à 15 tours.

DISCUSSION DES PRINCIPAUX RÉSULTATS OBSERVÉS OU CALCULÉS

Nous allons maintenant indiquer et discuter séparément les principaux résultats d'expériences observés ou calculés (Voir le tableau des calculs, page 366).

Nombre de tours de la machine par minute.

Le plus grand nombre de tours que l'appareil du *Napoléon* ait donnés, par minute, sans le secours des voiles, est de 26.

Cette allure correspond par calme, à un sillage de 13ⁿ5; on pourra l'obtenir de nouveau avec une pression de 65 centimètres, lorsque le vaisseau aura seulement de 400 à 500 tonneaux de charbon, et que la carène et les chaudières seront dans un état convenable de propreté.

Nous avons vu que pour développer la force nominale de 960 chevaux, la machine devait faire 28 tours par minute; elle est donc toujours restée nominalement au-dessous de la puissance par laquelle on la désigne, mais elle l'a dépassée en réalité, de plus de la moitié.

La force nominale n'a d'ailleurs aucune signification, si l'on ne tient pas compte de la pression dans les chaudières et de l'introduction dans les cylindres. Celle de 960 chevaux que l'on avait attribuée à la machine du *Napoléon*, avant de fixer les dimensions de l'hélice et de l'engrenage est une moyenne entre la force nominale développée et celle des chaudières, en chevaux de 30 litres vaporisés dans une heure.

L'allure de l'appareil, avec les huit corps de chaudières, sera généralement de 23 tours, produisant un peu plus de 12 nœuds et seulement 788 chevaux nominaux.

Elle donnera aux pistons des cylindres et à ceux des pompes à air les vitesses respectives de 1ᵐ273, et de 0ᵐ475 par seconde. Ces chiffres se rapprochent beaucoup de ceux que l'on déduit de la règle de Watt; ils ont produit une faible dépression de vapeur et de très-bons vides moyens.

Quand on allumera quatre chaudières seulement et que l'on fera usage de la détente, on obtiendra 19 tours de machine, et plus de 10 nœuds de vitesse.

Avec deux chaudières on aurait, au moins, 15 tours et 8 nœuds. Enfin, en fermant les valves et en déplaçant d'un quart les coulisses des bielles d'excentrique, on pourra réduire le nombre de tours à 7, ou à 6, et obtenir seulement de 4 à 3 nœuds.

Introduction de la vapeur dans les cylindres.

L'introduction de la vapeur dans les cylindres a toujours été réglée par les tiroirs de distribution, c'est-à-dire aux 80 centièmes de la

course des pistons. Les cames de détente n'étant pas installées, on fermait plus ou moins les valves d'admission, selon les vitesses modérées ou faibles que l'on voulait obtenir.

Pression aux manomètres.

La pression maximum aux manomètres des chaudières a été de 65 centimètres avec 26 tours, l'introduction étant réglée aux 80 centièmes, sans étranglement des valves. Les chaudières sont très-puissantes en surfaces de grille et de chauffe, et il est certain qu'elles soutiendront pendant longtemps une pression de 55 à 60 centimètres, avec l'introduction fixe des tiroirs.

Lorsque l'on chauffe seulement la moitié des chaudières, et que les valves ont été fermées aux 0,3, la pression demeure à 40 centimètres; avec 2 chaudières, et une fermeture des valves aux 0,2, elle est de 30 centimètres.

Vide aux baromètres.

Le vide aux baromètres des condenseurs a atteint 70 centimètres sous toutes les allures, lorsque l'injection était convenablement établie et après que les rentrées d'air eurent cessé.

Des courbes d'indicateurs.

Pendant le parcours on relevait, tous les quarts d'heure, des courbes aux quatre indicateurs placés sur l'avant et sur l'arrière des cylindres. Ces courbes ont vérifié ce que nous avons dit de la régulation des tiroirs et de la grandeur des orifices d'admission et d'évacuation.

Les avances à l'admission et à l'évacuation, qui sont plus grandes qu'à l'ordinaire, ont produit de bons résultats. La dépression de la vapeur est nulle, quand les valves sont ouvertes en grand, et les vides, considérables dès le commencement, forment une ligne presque parallèle à celle de l'atmosphère.

Tension moyenne pendant l'introduction.

La tension moyenne pendant les 0,80 d'introduction a été, dans les plus fortes courbes, de 55 centimètres, alors que les manomètres des chaudières indiquaient 65 centimètres.

Vide moyen dans les cylindres.

Le vide moyen dans les cylindres a dépassé de beaucoup les 55 centimètres qui ont été exigés par les derniers marchés de la marine, et que la plupart des machines à hélice fournies par l'industrie n'ont

atteints qu'avec peine. Il est monté à $62,^{m}5$ pour l'allure de 25 tours 5 et l'introduction de 0,80.

Cette valeur est due à la grandeur des orifices d'évacuation, à la bonne disposition des injections, aux systèmes des pompes à air et à la vitesse modérée de leurs pistons. Elle montre que la machine du *Napoléon* produit la plus grande puissance possible avec une pression constante aux chaudières et l'introduction adoptée.

Effort moyen sur les pistons.

L'effort moyen, ou la pression effective sur les pistons s'est élevée à 114 centimètres de mercure dans quelques courbes. Il a été de 109 centimètres en moyenne pour 26 tours. Pour 19 tours 5 il serait réduit à 63 centimètres, c'est-à-dire au chiffre de la basse pression.

Du nombre de tours comparé à l'effort moyen dans les cylindres ou valeur de

$$\frac{N^2}{p - 6\ c/m}$$

En calme, lorsque les conditions de tirant d'eau et de propreté de cuivre sont les mêmes, on a vérifié, sur la plupart des bâtiments à hélice, que le carré du nombre de tours de la machine variait sensiblement comme l'effort moyen dans les cylindres, diminué d'une constante qui représente l'effort nécessaire pour vaincre les frottements de la machine et la mettre en marche. Cette constante, qui était égale à 6 centimètres de mercure, pour *le Roland* et *le Charlemagne*, paraît devoir être plus forte pour *le Napoléon*, sans doute à causé de la hauteur plus considérable à laquelle les pompes à air doivent élever l'eau d'injection, et peut-être encore à cause de la plus grande pression et du moindre nombre de tours auxquels fonctionne l'appareil.

La courbe moyenne, que l'on forme en prenant pour abscisses les nombres de tours et pour ordonnées les pressions, montre aussi que l'ordonnée qui correspond à l'abaissement, doit être égale à 8 centimètres environ.

Néanmoins, nous avons conservé la valeur de 6 centimètres dans nos calculs d'utilisation, afin que les résultats soient plus comparables à ceux des autres bâtiments.

Nombre des kilogrammes de vapeur débités par heure dans les cylindres.

La quantité d'eau vaporisée en une heure, d'une manière sensible dans les cylindres, a été évaluée au moyen des courbes d'indicateur.

On a pris sur ces courbes la pression totale p', depuis le vide parfait aux 0,90 de la course des pistons, et après avoir cherché dans les tables qui donnent le poids de la vapeur saturée en fonction de la pression, le poids P du mètre cube de vapeur, à la tension p', on a appliqué la formule : nombre de kilogrammes d'eau vaporisée par heure $= 0{,}9\ \pi\ D^2\ CN \times 60 \times P$

Le plus grand chiffre ainsi obtenu est de 36,303 kilogrammes avec les 8 chaudières et 26 tours de machine. Avec 4 chaudières on a eu, sans pousser les feux et sans tenir compte de la perte, par les vannes d'arrêt, 15,720 kilogrammes.

Force des chaudières en chevaux de 30 litres.

Si, au lieu de 36,303 kilogrammes on admet seulement 34,000 kilogrammes qui ont été obtenus avec 25 tours 5, on devra conclure que les chaudières du *Napoléon* ont développé 1132 chevaux de 30 litres, et il en devait être ainsi, car elles ont $0^{m2},07$ de surface de grilles pour chacun des 960 chevaux, c'est-à-dire 1/6 en sus du chiffre qui donne, dans les bons appareils, 30 litres d'eau vaporisée par cheval; elles devaient donc atteindre les 7/6 de 965 ou 1120 chevaux de 30 litres.

Force nominale de l'appareil.

Nous avons dit, à l'article du nombre de tours par minute, comment la force nominale de l'appareil était constamment demeurée inférieure à 960 chevaux.

Elle est de	890 chevaux	pour 13^{e}5.
de	770 id.	12
de	640 id.	10.
de	510 id.	8.

Les deux premières valeurs sont beaucoup plus faibles que les forces effectivement développées, mais les autres sont plus considérables.

Force effective en chevaux de basse pression.

La force effective, en chevaux de basse pression, a été calculée pour deux cylindres par la formule :

$$\frac{2\,D^2\,CN}{0{,}59} \times \frac{P}{63\ c/m}$$

c'est-à-dire au moyen de l'expression de Watt multipliée par le rapport entre l'effort moyen, à l'allure considérée, et celui de la basse pression, qui est de 63 centimètres.

Avec petite brise vent debout elle s'est élevée jusqu'à 1540 chevaux pour 26 tours, et à 1475 pour 25 tours 5; elle a ainsi dépassé des 2/3 la puissance nominale qui correspond aux mêmes nombres de tours.

La valeur la plus faible qui ait été constatée par les courbes d'indicateur est de 300 chevaux, mais elle est descendue à 300 chevaux seulement quand la machine ne donnait que 6 à 7 tours.

Enfin, cette force effective varie sensiblement par calme et par belle mer, comme les cubes des nombres de tours ou des vitesses.

Force en kilogrammètres sur les pistons.

Le travail par seconde dans deux cylindres, pour un effort moyen p centimètres, est donné par la formule :

$$n' D^2 C \frac{N\ p\ c/m}{60\ 76\ c/m} \times 10330 \text{ kilogrammètres}$$

ou par 7, 117 D^2 CN p centimètres. Il a atteint la valeur excessive de 205,350 kilogrammètres ou 2702 chevaux de 76 kilogrammètres.

Nombre de litres d'eau vaporisés d'une manière sensible aux cylindres par cheval effectif.

Le nombre de litres d'eau vaporisée, comparativement à la force effective, a été d'autant plus faible que le vide a été meilleur. Pour le vide moyen de 62c,5, et à l'allure de la grande vitesse, il a suffi de 22lit.95, pour produire un cheval de basse pression; mais lorsque le vide était de 53 centimètres seulement, les autres conditions restant les mêmes, il a fallu 28 litres. Si les détentes avaient fonctionné, on aurait obtenu, dans les faibles vitesses, un nombre de litres égal à 16 ou 17 seulement par cheval.

Nombre de litres d'eau vaporisés par mètre carré de surface de chauffe et par mètre carré de surface de grilles.

La surface totale de chauffe, sans les plaques de tête, est de 1377m2, et celle des grilles est de 68m2,08; en divisant par ces deux nombres les 36,303 litres d'eau vaporisée qui ont été constatés, en une heure, dans les cylindres, on trouve respectivement 26 litres par mètre carré de surface de chauffe, et 534 litres par mètre carré de surface de grilles.

Consommation du combustible.

Des trois expériences de consommation du charbon, la 2e seule a été faite avec exactitude. Cependant, les chiffres qui ont été adoptés pour

la 1re et la 3e doivent différer très-peu, soit en plus, soit en moins, des dépenses qui ont réellement eu lieu.

Sous cette réserve, on peut dire que la machine du *Napoléon* ayant l'introduction fixe à 0,80, a consommé par cheval, effectif et par heure:

1° 3k,89 tant de New-Castle que de Cardiff à 22 tours de machine par minute, avec les valves, en grand et avec un vide moyen médiocre. Avec le vide moyen de 61 centimètres réalisés depuis, la pression dans les cylindres aurait été augmentée de 1/8 au moins, et la dépense, diminuée dans le même rapport, serait descendue au dessous de 3k50.

2° 4k 53 de Cardiff, à 16 tours 40, avec les valves au tiers, avec un vide moyen médiocre, et avec des pertes par les vannes d'arrêt.

3° 4k 75 de New-Castle, à 19 tours, avec les valves au tiers, avec un bon vide moyen, mais avec des pertes un peu plus considérables par les vannes d'arrêt.

Il résulte de ces chiffres que les fuites par les vannes d'arrêt, dans les quatre chaudières remplies d'eau froide, ont été assez considérables.

Mais, lorsqu'on fera usage de la détente variable, après avoir étanché les vannes, on réduira très-sensiblement les consommations précédentes (1).

La vitesse de 10 nœuds, par exemple, pourra être obtenue avec 0,3 d'introduction et une dépense de 3k 50 seulement de bon New-Castle.

En adoptant pour moyenne la consommation admise ordinairement de 4 kilos par cheval effectif et par heure, on dépenserait par vingt-quatre heures et par calme:

146 t.	de charbon de première qualité pour	13	nœuds, 5.
97	id.	12	id.
58	id.	10	id.
33	id.	8	id.

Nombre de litres d'eau vaporisés par kilogramme de charbon.

Les nombres de kilogrammes de vapeur sensible constatés dans les cylindres par kilogramme de charbon, ont été respectivement, pour les trois expériences de consommation, 6k 53, 6k 43 et 5k 39.

Le premier de ces nombres est très-élevé et dû, en grande partie, à la bonne qualité des charbons de Cardiff et de New-Castle, qui ont été employés.

Ils doivent cependant tenir aussi aux dispositions inusitées que renferment les chaudières, au faible rayonnement qu'ont les cylindres, eu égard à leur volume, à cause de leur grand diamètre, et enfin aux ro-

(1) Le Cardiff ayant une puissance de vaporisation de 12 à 15 pour cent supérieure environ à celle du New-Castle, on doit en conclure aussi que la médiocrité du vide a augmenté la consommation du combustible.

binets qui purgent les fonds des cylindres, à chaque coup de piston, avant l'admission de la vapeur.

Si l'on compare les deux derniers chiffres, pour lesquels le tirage de la chaudière était influencé par la même brise, et dont la différence de 20 pour 100 peut s'expliquer par celle des deux charbons et par les pertes des vannes d'arrêt un peu plus considérables dans le deuxième cas, on est porté à admettre que les vides moyens élevés ne diminuent pas, dans les cylindres courts du *Napoléon*, la production de vapeur sensible.

Vitesse du vaisseau.

La plus grande vitesse obtenue par le *Napoléon*, pendant les essais, est de 13ⁿ 86, avec une surface plongée, au maître, de 98 m. 8, une petite brise grand largue et peut-être, avec un courant favorable, mais inférieur à un demi-nœud.

L'allure à toute vapeur sera généralement, en calme, de 12 nœuds à 12ⁿ 5, et le sillage ne sera réduit qu'à 10 nœuds ou à 8 nœuds, quand on allumera seulement quatre ou deux chaudières.

Avance du vaisseau par tour d'hélice.

L'avance du vaisseau pour un tour d'hélice a subi, comme la vitesse, les influences du vent, de la mer et de la surface immergée du maître-couple.

En calme, elle doit être constante pour des vitesses rapprochées, et il est probable (les essais ne le démontrent pas d'une manière assez précise pour l'affirmer) qu'elle diminue, bien que faiblement, à mesure que la vitesse augmente, comme on l'a constaté pour toutes les hélices expérimentées sur l'aviso le *Pélican*.

La valeur moyenne de l'avance est de 8ᵐ 35 pour le tirant d'eau en charge prévu, 7ᵐ 72, et pour 99ᵐ² 5 de surface plongée au maître-couple.

Résultats avec les trois pas.

En comparant cette valeur moyenne aux trois pas, de l'entrée, 7ᵐ 30, moyen 8ᵐ 50, et de la sortie 9ᵐ 40, on reconnaît qu'elle donne un recul négatif égal à 0ᵐ 143 pour le premier; positif, mais presque nul, 0ᵐ 017 pour le deuxième, et positif de 0ᵐ 11 avec le troisième.

Le recul négatif semble prouver que la partie avant des ailes frappe l'eau à contre, mais il n'en doit pas être ainsi. On admet plus volontiers que l'eau pressée par les ailes a un mouvement propre dans le même sens que le bâtiment, en sorte que l'avance, qu'il faudrait prendre pour calculer le recul par rapport à cette eau, est moindre

que l'avance résultant des vitesses, d'après relèvement, et plus petite que le pas d'entrée.

Le recul, avec le pas de sortie, qui est le plus important des trois, à cause de la forme de la directrice, a une valeur très-faible. Pour le déduire des résultats obtenus sur le *Pélican*, il faut supposer que la résistance relative du *Napoléon* est moindre que pour cet aviso, lorsqu'il avait une hélice de 2 m. 50 de diamètre.

Or, on a pour le vaisseau

$$\frac{K' B'^2}{d'^2} = K' 2{,}94$$

pour le *Pélican*

$$\frac{K B^2}{d^2} = K\, 1{,}6$$

donc il faut que K soit à peu près égal à

$$\frac{K}{2}$$

Nous arriverons à la même conséquence pour les utilisations.

De l'Utilisation.

Le travail utilisé par le vaisseau, pendant la marche, savoir $KB^2 V^3$ (K étant le nombre de kilogrammes qui exprime la résistance, par mètre carré de surface plongée et par mètre de vitesse, B^2 l'aire immergée au maître-couple, en mètres carrés, et V la vitesse), a été comparé à la force effective en chevaux de basse pression F et au travail en kilogrammètres $7{,}117\ D^2\ CN\ (P-6)$:

Pour le premier rapport, nous avons posé :

$$\frac{K B^2 V^3}{F} = K M^3$$

V étant exprimé en nœuds.

Pour le deuxième, nous avons fait :

$$\frac{K B^2 V^3}{7{,}117\ D^2\ CN\ (P-6)} = U$$

V étant exprimé en mètres, par seconde.

En calculant les premiers membres, dont tous les éléments ont été observés ou étaient connus, nous avons trouvé des valeurs de M et de U sensiblement constantes, par calme, et respectivement égales à 5,45 et à 0,175.

Ces valeurs de M et de U sont les plus fortes qui aient été constatées

jusqu'à présent. Elles montrent, comme les reculs, que le *Napoléon* est supérieur, pour l'emploi de sa force motrice, à tous les bâtiments à vapeur connus.

Les formes de sa carène et l'affinement des étambots entre lesquels est situé le propulseur, le grand diamètre de l'hélice, la courbure de sa directrice, les dimensions de la machine, en un mot, tous les éléments desquels dépendait la marche du vaisseau, ont été exécutés ou choisis de la manière la plus favorable.

Mais, indépendamment de ces excellentes conditions, il résulte de la comparaison des utilisations avec celles qu'ont données des navires plus petits, le *Pélican*, par exemple, que la supériorité du *Napoléon* est due principalement à la grandeur même de sa carène ou de son maître-couple.

Le *Pélican*, avec un diamètre d'hélice relativement très-grand, une machine bien entretenue, une carène affinée et propre, a donné pour utilisation, avec une directrice courbe, K 0,090.

Sans nul doute, le rendement de sa machine et de son propulseur était au moins aussi grand que pour le *Napoléon*. On peut donc poser $K = 0{,}090 = K' 0{,}175$; d'où $K' =$ encore

$$\frac{K}{2}$$

Ainsi du *Pélican* au *Napoléon*, c'est-à-dire pour une variation de surface plongée au maître de 10^{m2} à 100^{m2}, la résistance élémentaire K, avec la signification qu'elle a dans les utilisations et dans les résistances relatives, diminue de moitié au moins.

Expériences de traction au point fixe.

Les essais de traction, au point fixe, du *Napoléon*, ont eu lieu le 25 octobre 1852.

L'appareil dynamométrique destiné à mesurer les tractions en indiquait la dixième partie.

Il était d'ailleurs installé de la même manière que pour les expériences analogues faites précédemment sur le vaisseau *le Charlemagne* et la corvette *la Reine-Hortense*.

Le vaisseau avait pour tirant d'eau moyen, corrigé, 7^m91 avec une différence de 0^m81, et $102^{m2}62$ de surface plongée au maître-couple.

La mer était calme, et il ne régnait qu'une brise très-faible dont l'action était négligeable.

Les résultats obtenus et corrigés de la manière la plus probable, sont consignés dans le tabeau suivant :

NUMÉROS	Nombre de tours par minute N	Efforts moyens sur les pistons en atmosphères	Pression effective sur les 2 pistons en kilogrammes.	Travail pour un tour T	Efforts lus au dynamomètre E	Efforts de $E \times 9{=}40 \times \frac{58}{61}$	Rapport de $\frac{E \times 9{=}40 \times \frac{58}{61}}{T}$
		at.	kil.	kgm.	k.	km.	
1	10,00	0,476	47867	156415	5840	100512	0,644
2	10,50	0,510	51308	167278	5950	109135	0,652
3	13,00	0,706	71025	231560	8820	161789	0,698
4	13,50	0,744	74848	244028	9420	172770	0,708
5	13,80	0,776	78068	254518	9830	180280	0,708
6	14,60	0,841	84607	275822	10740	196985	0,714
7	15,20	0,892	87740	292550	11500	210950	0,721
8	15,90	0,941	94673	308618	12320	225970	0,731
9	16,70	1,042	104731	341743	13750	252180	0,738
10	17,85	1,177	118412	386026	15660	287220	0,744
11	19,90	1,434 ou 109 c/m	144258	470304	19120	350687	0,746

Ces mêmes résultats sont représentés graphiquement sur une figure qui contient deux courbes dont les abscisses communes sont les pressions moyennes dans les cylindres données par les indicateurs, et dont les ordonnées expriment l'une, les nombres de tours de la machine par minute, l'autre les efforts de traction correspondants.

Les expériences n'ont pas été poussées au delà de 15,660 kilogrammes, pour 17 tours, 85 et une pression moyenne de 89 centimètres, mais l'on aurait obtenu, avec les 109 centimètres constatés pendant la marche du vaisseau, un effort de 19,120 kilogrammes et 19 tours 90 de machine.

Il résulte des chiffres du tableau et de la forme des courbes, que le rapport entre les efforts de traction et les efforts moyens sur les pistons, va en croissant à partir de la pression initiale nécessaire pour tourner la machine et que, si l'on retranche des efforts moyens cette pression initiale d'environ 8 centimètres, la même qui était nécessaire pour rendre :

$$\frac{N}{p-8}$$

constant pendant la marche, le rapport, entre les tractions et les nouveaux efforts sur les pistons est sensiblement constant.

Les premiers rapports atteignaient, pour *le Charlemagne* et pour *la Reine-Hortense*, des maxima qui auraient été, sans doute, constatés, si l'on eût prolongé les essais du *Napoléon*, mais qui ne sont pas dans les résultats des observations.

La directrice de l'hélice du *Napoléon* est courbe, ou mieux elle a été infléchie à la partie antérieure des ailes, et comme celle de *la Reine-Hortense*, elle a donné lieu à un recul négatif avec le pas d'entrée.

Néanmoins, les parties antérieures des ailes ne paraissent pas avoir exercé toute la pression sur l'eau, pendant le fonctionnement de l'hélice retenue au point fixe, fait qui résultait nettement des expériences de *la Reine-Hortense*.

Le pas de sortie, au contraire, a conservé l'action que son allongement lui donne en route libre.

En effet, si l'on calcule, avec le pas de sortie, quels seraient les efforts de pression des ailes sur l'eau pour les divers efforts sur les pistons, en admettant que les premiers parcourent la longueur du pas multipliée par le rapport des roues d'engrenage, pendant que les deuxièmes décrivent deux fois la course des pistons, et en négligeant les frottements, le travail des pompes, etc., on obtient des tractions supérieures à celles qui ont été observées.

Ou bien, si l'on compare le travail des efforts lus au dynamomètre à celui des pressions moyennes dans les cylindres, on arrive, avec le pas de sortie, à des rapports plus faibles que l'unité, et qui expriment suffisamment la perte due aux frottements et aux pompes.

Résumé.

Après avoir décrit, avec les détails qui précèdent, l'appareil du *Napoléon* et les expériences auxquelles il a été soumis, la Commision résume son rapport, ainsi qu'il suit :

1° La grande machine, malgré les difficultés d'exécution et de montage de ses organes lourds et puissants, a fonctionné dès le premier jour des essais, avec une précision et une régularité très-remarquables;

2° La douceur du mouvement de son engrenage fournit l'un des plus beaux résultats que l'on ait encore obtenus, pour ce genre de transmission de mouvement;

3° Les relations qui existent entre les dimensions et les vitesses de tous les organes, y compris l'hélice, ont été choisies d'une manière très-prudente et très-heureuse;

4° Les grands orifices, pour l'admission et l'évacuation de la vapeur, ont empêché la dépression et produit des vides moyens considérables, qui, soit à cause de la faible longueur des cylindres, soit à cause du nombre assez élevé des coups de pistons, n'ont pas augmenté la consommation du combustible;

5° Les chaudières forment l'un des meilleurs appareils tubulaires que l'on ait construits;

6° Après de légères modifications dans la courbure des cames, le système de détente fonctionnera convenablement;

7° La régularité du fonctionnement de la grande machine, à l'allure de 6 à 7 tours, rend inutile la mise en mouvement de l'hélice par la petite machine;

8° Ce petit appareil, dont la mise en train avec les pompes [d'alimentation, a acquis une assez grande précision, sera néanmoins remplacé, d'une manière avantageuse, par des petits chevaux, qui formeront un deuxième système d'alimentation complétement distinct;

9° Le changement de marche de la machine s'effectue avec un peu de lenteur;

10° La position des pompes alimentaires et de leurs boîtes à soupapes, sous les parquets des chauffeurs rend ces organes difficiles à visiter et à entretenir pendant la marche; il en est de même des pompes de cale;

11° La communication de mouvement entre l'arbre de l'hélice et les deux groupes de pompes alimentaires donnerait lieu, en cas d'avaries, à des travaux longs et difficiles à exécuter dans le cours d'une traversée;

12° La vitesse imprimée au vaisseau s'est élevée à 13 nœuds 1/2 par calme;

13° Les résultats donnés par les expériences de traction, au point fixe, prouvent que le vaisseau aura, comme remorqueur, une puissance considérable;

14° La consommation du combustible qui devra être encore étudiée, sera faible, à toutes les allures, lorsqu'on aura étanché les fuites par les vannes d'arrêt, et que l'on fera usage de la détente variable.

Ainsi l'appareil à vapeur du *Napoléon*, malgré l'élévation de son poids, qui provient du système imposé pour sa construction, et à part les quelques imperfections qui viennent d'être signalées dans des organes accessoires, satisfait à toutes les conditions principales que l'on pouvait exiger de la machine d'un vaisseau à grande vitesse.

Cette œuvre considérable fait le plus grand honneur à M. l'ingénieur Moll, qui en a dressé les plans, ainsi qu'aux ateliers d'Indret qui les ont exécutés.

Toulon, le 15 janvier 1853.

Les membres de la commission, *signé :* Lugeol, Dupuy de Lôme, Bonnard, Louga, Le Boulleur de Courlon, rapporteur.

EXPÉRIENCES A LA VOILE DU VAISSEAU A VAPEUR *le Napoléon*

Rapport de M. le capitaine de vaisseau DUPOUY

(joint à un deuxième rapport de la Commission d'examen)

Amiral,

Le rapport ci-joint, que j'ai l'honneur de vous adresser, vous fera connaître l'opinion de la Commission du *Napoléon*, sur les résultats des derniers essais à la voile, qui ont été effectués dans l'escadre, du 18 au 24 du courant.

Je crois de mon devoir d'accompagner ce rapport de mes observations personnelles sur les qualités du vaisseau et sur quelques parties de la machine, dont il importe que la situation soit exactement connue.

Comme vous le savez, Amiral, nous avons éprouvé *le Napoléon*, dans différentes circonstances de temps, de mer, et sous diverses allures, et il nous est possible, par conséquent, d'exprimer, dès à présent, une opinion motivée sur ses qualités à la voile et à la vapeur. Je dirai, tout d'abord, qu'elles m'ont paru très-satisfaisantes.

Le vaisseau gouverne avec une facilité rare, même par de très-faibles brises et avec une mer houleuse. Il conserve cette faculté essentielle, ce qui est digne de remarque, alors même que l'hélice ne tourne pas; avec un peu d'attention, on a toujours pu le maintenir, exactement en route, et éviter ces grandes embardées, qu'il est quelquefois difficile de prévenir, sur les vaisseaux à voiles, et plus difficile encore d'arrêter, quand une fois elles sont commencées. Le vaisseau est cependant ardent, de belle mer, peut-être un peu trop dans certaines circonstances; mais ce léger défaut est largement compensé par l'avantage qui en résulte, lorsqu'il y a de la houle, de pouvoir gouverner le plus souvent avec la barre droite.

Le vaisseau tient parfaitement le vent, et il m'a semblé qu'il avait, sous ce rapport, quelque avantage sur d'autres vaisseaux. J'ai remarqué que nous étions souvent obligé de gouverner plus arrivé que notre matelot d'avant, pour ne pas rester au vent de notre colonne; c'est ce qui souvent s'est reproduit de grosse mer. Il est bon de remarquer que, dans les expériences de chasse qui ont eu lieu, cette faculté du *Napoléon* de tenir parfaitement le vent et de dériver peu, n'a pu être appréciée suffisamment, ces expériences s'étant accomplies de belle mer et de petite brise; je crois, pour ce motif, devoir en faire mention, sans préjuger ce qui pourra se produire, quand le vaisseau sera lège ou dans d'autres conditions de chargement.

D'assez nombreuses évolutions ont été effectuées à la voile. Même dans les circonstances les plus difficiles, le vaisseau vire vent devant,

avec une très-grande sûreté et sans hésitation, quand des vaisseaux éprouvent des difficultés. On a remarqué qu'il gagnait beaucoup au vent; il prend donc un peu plus d'espace que les vaisseaux à voiles qui sont, comme on sait, beaucoup plus courts, et il met aussi un peu plus de temps pour effectuer son évolution. Il en est de même des virements vent arrière qui demandent encore un peu plus de temps et d'espace, mais qui s'opèrent toujours, même de gros temps, d'une manière très-satisfaisante. Le vaisseau abat d'abord lentement, mais il revient au vent avec une grande facilité, et se range rapidement au plus près, en telle sorte qu'il ne s'est pas trouvé sous le vent de la colonne après l'observation.

Quant à la stabilité, elle est évidemment très-suffisante, du moins dans les conditions où nous avons navigué, c'est-à-dire, avec 500^{tx} de combustible, à bord, et notre plein de vivres et d'eau. Le vaisseau incline modérément sous les plus fortes brises, et l'on peut ajouter qu'il se comporte très-bien, de mauvais temps, à la voile et à la vapeur. J'ai fait, à ce sujet, pendant le coup de vent de N.-O. que l'escadre a essuyé 22, une expérience qui me paraît très-concluante. Après avoir porté jusqu'à 11 heures du matin beaucoup de voiles, c'est-à-dire le grand et le petit hunier au bas ris, la misaine carrée avec le ris à la misaine goëlette, j'ai mis sous vapeur, par ordre de l'Amiral, et fait serrer toutes les voiles pour voir comment le vaisseau se conduirait en travers de la lame et complétement abandonné à lui-même, filant de 8 nœuds à 8^{n} 5 avec la machine. La mer était grosse. Je ne pense pas que, dans les mêmes circonstances, aucun bâtiment eût pu se comporter mieux, sous aucun rapport. On n'a pas cessé de marcher assez facilement sur le pont et sur la dunette : les amplitudes des roulis ont été modérées, et les liaisons du vaisseau n'ont marqué aucune trace de fatigue, ce qui est d'un bon augure pour la solidité de la charpente.

Il vous a été facile, Amiral, d'apprécier la vitesse du vaisseau, aux diverses allures et dans les différentes circonstences de temps où nous avons navigué, et il est peut-être inutile que j'exprime ici mon opinion personnelle à ce sujet. Je dirai néanmoins que, d'après les expériences qui viennent d'être effectuées; le *Napoléon* n'a pas, dans les petites brises et par belle mer, la vitesse des autres vaisseaux. Son infériorité est très-sensible quelquefois, surtout largue, ou vent arrière. Le vaisseau paraît très-bien marcher, au contraire, quand la brise est ronde; du moment où l'on est obligé de serrer les cacatois, par exemple, sa vitesse, comparativement aux autres vaisseaux, m'a semblé très-avantageuse, au moins au plus près, quand la mer est grosse ou houleuse.

Je dois, Amiral, vous rappeler ici que l'hélice désembrayée tourne régulièrement et sans difficulté; le contraire avait été observé dans les

derniers essais et avait obligé mon prédécesseur, le 18 décembre, à vous demander, par signal, de cesser les essais à la voile.

Le mouvement de rotation ne s'opère pas à moins de 3m5 à 4 nœuds de vitesse, et cesse toujours à 8 nœuds. Nous rechercherons, avec soin, d'où résulte l'obstacle à la rotation, qui, s'il persistait, pourrait produire un inconvénient plus grave que celui de retarder la marche à la voile; et déjà des travaux ont été commencés, avec votre autorisation, dans le but d'en connaître la cause, et d'y porter remède, s'il est possible, sans entrer au bassin. C'est là, Amiral, le fait le plus grave dont j'aie à vous rendre compte.

A quatre reprises différentes, j'ai eu l'occasion de chauffer et de juger par moi-même du bon fonctionnement de la machine; je ne puis que répéter ce qui a été dit. Les organes principaux de l'appareil sont simples, d'une grande solidité, et marchent avec une régularité parfaite. Il est impossible de ne pas être frappé, par exemple, de la douceur du mouvement des grandes roues d'engrenage, et du peu de bruit qu'elles produisent, preuve convaincante du soin qui a présidé à leur construction et à leur montage. La machine est, du reste, solidement établie sur ses plaques de fondation et, elle marche de toute sa vitesse, sans qu'on distingue la moindre vibration dans les pièces principales et dans les bâtis; avantages que ne présentent pas également toutes les machines à hélice. Les dispositions générales font grand honneur à M. l'ingénieur Moll.

Mais j'ai le regret d'ajouter que, si les organes principaux ne laissent rien à désirer, il n'en est pas de même à mon avis, des parties accessoires.

Je me suis aperçu dès le 1er jour, qu'il était très-difficile de passer de la marche en avant à la marche en arrière, c'est-à-dire, de changer le mouvement des tiroirs, avec toute la célérité nécessaire dans certains cas. Cette opération, d'après des essais auxquels je me suis livré, ne demande guère moins de trois minutes, en moyenne, ce qui est, pour la manœuvre, une difficulté, et pour le vaisseau, un danger sérieux.

Il est des circonstances qu'il importe de prévoir, où il faut marcher en arrière instantanément, aussitôt qu'on a stoppé. Cela est souvent nécessaire pour prendre des remorques, pour tenir son poste, prendre un mouillage difficile, et cela est souvent important pour s'arrêter devant un danger, sur lequel on viendrait à tomber inopinément; sous ce rapport la mise en train me paraît laisser à désirer, et ne pas répondre complétement à ce que réclame le service du vaisseau et la sureté de sa navigation.

Le mécanisme des tiroirs, extrêmement ingénieux du reste, et qui a l'avantage théorique de produire une distribution de vapeur égale au-dessus et au dessous du piston, me semble présenter, sous le côté pra-

tique, quelques inconvénients graves. Il est d'une complication fâcheuse et fonctionne déjà avec peu de régularité et non sans choc; les secteurs ont des vibrations très-prononcées.

Je me croirai donc autorisé à demander quelques modifications dans cette partie de la machine; car, je l'ai dit, il y va de la sûreté du vaisseau, et vous jugerez, Amiral, qu'il m'appartient de m'en préoccuper.

D'après des études déjà faites à ma demande, j'ai l'assurance que ces modifications n'offriraient aucune difficulté et pourraient être exécutées promptement et à peu de frais.

Le mauvais temps que nous avons éprouvé le 22 du courant, nous a fait constater un vice très-grave des pompes d'extraction de la cale, mues par la machine. Il est reconnu qu'on ne peut les visiter, en marche, et, par suite les faire fonctionner régulièrement. Cette fois il a été impossible de s'en servir, et une partie de l'équipage a été presque constamment occupée à vider l'eau qui s'introduisait dans la cale, par le tuyau de refoulement des pompes de la machine, dont les clapets étaient engagés. J'ai dit que ces pompes ne pouvaient être visitées et dégorgées, en marche; il en est de même de leurs prises d'eau. Deux des crépines sont situées sous les chaudières, dans un endroit où l'on ne peut pénétrer, quand on chauffe. Les dangers où je me suis trouvé à plusieurs reprises, sur des bâtiments à vapeur, par suite de la difficulté de faire fonctionner régulièrement ces pompes d'extraction qui s'engorgent si facilement, comme on sait, me font vivement désirer que des dispositions meilleures soient adoptées, s'il est possible.

Les appareils en question sont, sans doute, bien construits; mais je ne saurais assez le répéter, ils sont établis de telle sorte qu'on ne peut visiter, ni les clapets, ni une partie des crépines, quand on est sous vapeur, et c'est là un inconvénient des plus graves auquel il importe beaucoup de remédier.

Le même vice existe dans le système d'alimentation des chaudières. Les pompes, les boîtes d'alimentation, le tuyautage, tout cela est dans la cale, au-dessous des parquets, de telle sorte que rien ne peut être visité en route.

J'exprimerai le vœu que les pompes et les boîtes soient à la main, au-dessous du parquet, comme dans le plus grand nombre de machines connues. Je ne crois pas moins nécessaire de placer une partie des tuyaux sur le devant des chaudières, à l'imitation de ce qui se pratique généralement, pour qu'on puisse les démonter facilement et les réparer promptement quand il y surviendra quelques avaries. Je voudrais pouvoir joindre à ces observations le plan du tuyautage actuel; j'aurai l'honneur de vous l'adresser plus tard, s'il est nécessaire. pour bien faire comprendre, s'il est possible, les difficultés excessives que présente le démontage des diverses parties du système, dont quel-

ques-unes ont dû être déjà changées, et pour faire juger du temps qu'exigerait la plus petite réparation.

Je craindrais que, si ce tuyautage était maintenu, le vaisseau ne fût souvent obligé de chômer, et ne fût pas toujours en état de prendre la mer, comme le veut, sans doute, M. le Ministre de la Marine.

La petite machine, destinée primitivement à alimenter les chaudières et à faire tourner l'hélice, a été jugée inutile par la Commission de recette. On ne saurait songer à la conserver à bord, du moment où les petites machines alimentaires, qui vont être mises en place, seront établies; on ne peut raisonnablement prétendre encore à l'employer pour le mouvement de rotation du propulseur, vu sa position au fond de la cale, où elle est noyée aussitôt qu'il y a un peu d'eau, et la complication de la transmission de mouvement.

Je ne crois pas nécessaire d'entrer dans plus de détails à ce sujet, puisque mon opinion est conforme à celle de la Commission de recette. Je dois faire observer que le débarquement de cet appareil aura pour effet de dégager une partie de la cale, qui est aujourd'hui inaccessible, de laisser à bord une place précieuse et d'alléger notablement le vaisseau. L'appareil pourra d'ailleurs être utilisé à terre.

On n'est pas encore parvenu à faire convenablement fonctionner l'appareil de la détente variable, ce dont on ne saurait s'étonner raisonnablement, vu la dimension considérable de la machine, et les difficultés bien reconnues que présente l'installation de ces sortes d'appareils. Les cames qui donnent le mouvement, et qui faisaient primitivement un bruit étourdissant, ont été modifiées; le bruit est maintenant moins grand, mais il est encore considérable et trop fort, à mon avis, pour qu'il n'y ait pas inconvénient à se servir de l'appareil tel qu'il est, et sans de nouvelles modifications, dont j'aurai l'honneur de vous parler plus tard.

Il me reste à signaler un choc assez fort, qui se produit à la fermeture des clapets de bâche, alors que le piston de la pompe à air commence à descendre. J'ai demandé, à titre d'essai, qu'une soupape fût établie sur le couvercle de l'une des pompes à air, pour laisser pénétrer l'air jusqu'aux clapets de la bâche, et en modérer le mouvement au moment où ils se ferment. Ce moyen, bien connu d'ailleurs, nous a très-bien réussi autrefois sur *le Caton*, et j'espère qu'il aura ici le même effet. Le choc en question en sera diminué assurément, s'il ne cesse pas tout à fait.

Quant aux chaudières, on s'accorde à reconnaître qu'elles sont bien conçues et construites avec soin. Seulement, on n'est pas encore parvenu à empêcher la vapeur des unes de passer dans les autres, et l'on a été obligé, jusqu'ici, de les chauffer toutes à la fois, ce qui est très-dispendieux; il est bien important qu'on puisse les isoler, et qu'il soit

facultatif de n'en employer qu'une petite partie quand on aura à marcher à petite vitesse. On va s'occuper d'un travail qui, je l'espère, remplira ce but.

Mais ce n'est pas sur ces détails que doivent porter, pour le moment, nos plus actives préoccupations; il s'agit de découvrir d'où peut venir l'irrégularité qui s'est manifestée dans le mouvement de rotation de l'hélice, et de s'assurer que ce défaut, qui date du changement du presse-étoupe, à ce qu'on assure, ne peut avoir de conséquences graves. On va visiter le coussinet extérieur, et rien ne sera négligé pour éviter, s'il est possible, de rentrer une seconde fois au bassin.

En me résumant, Amiral, je ne puis que faire l'éloge du vaisseau dont les qualités, à la voile comme à la vapeur, dépassent, d'après mon appréciation personnelle, tout ce qu'on pouvait en attendre justement. Ses évolutions sont sûres et suffisamment rapides, ce qui est digne de remarque pour un vaisseau de grand tirant d'eau (8 mètres environ), dont la longueur n'a pas moins de 72 mètres à la flottaison. Si on veut bien considérer que *le Napoléon* est petitement mâté, que sa voilure, très-heureusement pour la marche à la vapeur, est dans un faible rapport avec son déplacement et avec la surface de son maître-couple; on ne sera pas moins satisfait de sa marche qui est faible, il est vrai, de petit temps, mais bien meilleure dans des brises fraîches, et aisément égale, du moins à mon avis, à celle des vaisseaux à voiles, dans certains cas, sous l'allure du plus près.

Quant à la machine, elle développe une grande puissance, sans que ses organes principaux cessent de marcher régulièrement. Cet immense appareil paraît offrir d'ailleurs toutes les garanties désirables de solidité.

Je n'en crois pas moins de mon devoir de maintenir les observations précédentes, tant sur l'ensemble, qui est assurément très-remarquable, que sur les parties accessoires, qui laissent beaucoup à désirer.

Il me reste, Amiral, à vous prier d'adresser ce rapport à M. le Ministre de la Marine, si vous n'y voyez pas d'empêchement.

Je le communiquerai de mon côté, si vous voulez m'y autoriser, à M. Dupuy de Lôme, et à l'ingénieur du bord, M. le Bouleur, qui a fait partie de la commission de recette de la machine. Je ne verrais, pour mon compte, aucun inconvénient à ce qu'une copie en fût adressée à M. Moll; il ne verrait, je l'espère, dans mes observations, que le désir d'assurer le bon fonctionnement de la machine qui, je le répète, lui fait, en somme, le plus grand honneur. Je suis, etc.

Le Capitaine de vaisseau, Commandant *le Napoléon*, *Signé :* A. DUPOUY
P. c. c.

Le V. A. Commandant en chef l'escadre d'évolution, *Signé :* DE LA SUSSE.
P. c. c.

Le Directeur des constructions navales. *Signé :* Ph. CHRIST.

DEUXIÈME RAPPORT DE LA COMMISSION D'EXAMEN SUR LES EXPÉRIENCES A LA VOILE DU VAISSEAU LE NAPOLÉON.

Amiral,

La commission d'expériences, que vous avez nommée à bord du vaisseau *le Napoléon*, a l'honneur de vous exposer, dans ce deuxième rapport, les faits qu'elle a observés pendant la sortie du 18 au 24 janvier 1853.

Le tirant d'eau moyen du vaisseau était de 7m 91 au départ, après la correction de l'arc, et le 24 janvier, au mouillage, il a été trouvé égal à 7m 74. La moyenne de ces deux chiffres est supérieure au tirant d'eau en charge prévu au projet; ainsi *le Napoléon* a encore navigué avec des lignes d'eau plus immergées que celles pour lesquelles il a été construit.

Le rapport de la surface de voilure à l'aire plongée du maître-couple était toujours, malgré les consommations de charbon faites précédemment, plus faible que pour les autres bâtiments de l'escadre, et le vaisseau se trouvait par conséquent le moins voilé.

Cette circonstance doit être constamment présente à l'esprit, si l'on veut juger les qualités de la coque, en considérant seulement les vitesses qu'elle a acquises.

Journée du 18 janvier.

Le Napoléon a appareillé, sous vapeur, de la petite rade de Toulon, le 18 janvier, à huit heures et demie du matin, par un vent frais de N.-O. Il a pris immédiatement à la remorque *le Montébello*, et l'a conduit jusque sous le cap Cépet.

Lorsque les grelins de remorque ont été rentrés à bord, on a éteint les feux, établi les voiles, et pris poste derrière *le Charlemagne*.

Peu de temps après, la brise était devenue plus fraîche, le vaisseau a reçu l'ordre de virer vent arrière, par la contre-marche. Il portait le faux foc, l'artimon et les huniers au troisième ris. La mer était grosse.

L'évolution complète, depuis le moment où la barre a été mise au vent, a été exécutée dans cinq minutes trois quarts. Elle n'a pas fait tomber le bâtiment sous le vent, contrairement à ce qu'avaient produit les virements de cette nature pendant la première sortie.

Le Napoléon s'est retrouvé dans les eaux du *Charlemagne*, qui, autant qu'on a pu en juger, a dû mettre près de sept minutes à virer.

Depuis ce moment jusqu'au mouillage des îles d'Hyères, le vaisseau a tenu facilement son poste. Il a été obligé, comme *le Charlemagne*, de diminuer plusieurs fois de voiles, à cause du *Valmy*, dont les huniers s'étaient déchirés.

Journée du 19 janvier.

Le 19 janvier, vers trois heures de l'après-midi, *le Napoléon* a appareillé à la voile, par faible brise, du mouillage des îles d'Hyères. Pendant tout le temps qu'il est resté dans la rade des îles, il s'est maintenu à son poste avec difficulté et en forçant de voiles; mais, ayant rencontré un peu de houle en sortant des îles, il a dû carguer les basses voiles, serrer les perroquets, et, même, mettre le perroquet de fouque sur le mât, pour ne pas dépasser les vaisseaux amiraux, qui portaient la misaine et les perroquets.

Durant toute la nuit et jusqu'au lendemain à onze heures, il a tenu son poste avec facilité et sous une voilure souvent réduite.

Journée du 20 janvier.

Le 20, à onze heures, l'Amiral a signalé à l'escadre de virer vent devant, tous à la fois. Les vaisseaux portaient tous les voiles du plus près. La mer était houleuse et la brise molle.

A l'exception du *Jupiter* et de *la Ville de Paris*, qui ont éprouvé des difficultés à virer, tous les vaisseaux ont bien évolué.

La durée du virement, comptée depuis le moment où les focs ont été halés bas jusqu'à celui où on a changé devant, a été :

Pour *le Henry IV*, de.	3′ 20″	(douteux.)
le Bayard, de.	5′ »	
le Jupiter, de.	6′ »	
la Ville de Paris, de.	»′ »″	(caché par *le Jupiter*.)
le Montébello, de.	5′ 30″	
le Napoléon, de.	5′ 50″	
le Charlemagne, de.	8′ »	
le Valmy, de.	6′ 30″	

Après l'évolution, l'ordre a été donné de chasser en route libre.

Cette expérience a duré de midi à trois heures. Les amures étaient babord, la brise faible, le sillage de 2ⁿ 2 à 3ⁿ 5 seulement; l'hélice affolée ne tournait pas, et *le Napoléon* a perdu sensiblement sur tous les vaisseaux.

Mais *le Charlemagne*, qui avait son hélice relevée, dont la mâture venait d'être inclinée sur l'arrière et dont la résistance, due au deuxième étambot, avait été diminuée par une pièce de bois angulaire, a montré une supériorité marquée sur tous les vaisseaux.

Journée du 21 janvier.

Le lendemain de cette chasse, 21 janvier, à dix heures, les bâtiments

se trouvant en ligne sur deux colonnes, au plus près du vent, l'Amiral a donné l'ordre au *Charlemagne*, dont l'hélice était descendue et affolée, ainsi qu'au *Napoléon* et au *Montébello*, de chasser en avant sous les trois huniers, le grand foc et la brigantine.

La brise était très-faible et variable, la mer très-belle, le sillage moyen a été de 1ª 5 environ. L'hélice n'a pas tourné, et à la fin de l'expérience, *le Napoléon* avait perdu en vitesse, mais se trouvait au vent des deux autres vaisseaux. A midi et demi, tous les bâtiments de l'escadre ont viré vent devant, sous les huniers et les perroquets, par petite brise, et les amures à tribord.

Le Napoléon a effectué cette évolution en 4′ 30″
Le Charlemagne. . . . . en 4′ 45″
Le Montébello. . . . . en 4′ 20″
Le Valmy. . . . . en 5′ »
Le Jupiter. . . . . en 5′ »

Aussitôt après, on a établi les basses voiles et chassé au plus près, route libre. La brise était faible au commencement de l'expérience. *Le Napoléon* a, comme le jour précédent, perdu un peu sur les autres vaisseaux ; mais la brise étant venue à fraîchir, il s'est maintenu dans sa position relative, et enfin, vers deux heures, la brise fraîchissant encore davantage, il a pris de l'avance sur *le Jupiter* d'abord, et, au dernier moment, sur *la Ville de Paris*. *Le Henry IV* l'a gagné constamment. *Le Valmy* et *le Charlemagne*, avec son hélice affolée, qui étaient d'abord de l'arrière, l'ont rapproché, puis dépassé, mais en laissant porter davantage, et en tombant un peu sous le vent.

Vers la fin de cette chasse, *le Napoléon* a atteint une vitesse de 8 nœuds sous une inclinaison de 6° 33, et l'expérience a cessé au moment où, quoique la mer fût très-belle, la fraîcheur de la brise paraissait donner au vaisseau un certain avantage.

A deux heures, on a laissé porter grand largue, malgré un sillage de 7 nœuds. *Le Napoléon*, dans cette allure, a été gagné par tous les vaisseaux.

Enfin, à quatre heures et demie, il a viré vent arrière, avec facilité et sans perdre au vent.

Dans la nuit du 21 au 22, le temps est devenu à grains et le vent grand frais de N.-O. *Le Napoléon* a d'abord tenu son poste sous les huniers à deux ris, le faux foc et l'artimon, ensuite il a pris le troisième comme les autres vaisseaux. Le petit hunier ayant été déchiré pendant cette opération, on l'a serré et remplacé par la misaine avec les ris pris.

Journée du 22 janvier.

Le 22, à 6 heures du matin, l'escadre a viré vent arrière. *Le Napoléon*, ayant le grand hunier et le perroquet de fouque à 3 ris, la misaine à un ris et le petit foc, a affectué cette évolution sans aucun désavantage. Vers 8 heures on a forcé de voiles pour rallier le poste ; la voilure étant composée du petit foc, de la misaine, le ris pris, de la misaine goëlette, du foc d'artimon, de l'artimon, du petit hunier à 4 ris et enfin, du grand hunier, du perroquet de fouque au bas ris. La mer était grosse, le vaisseau a pris, sans fatiguer, un sillage de 7 nœuds au plus près sous une inclinaison de 11° 40'. A 10 heures, au moment où l'on apercevait, au bord du *Valmy*, le signal d'allumer les feux, l'écoute de grand hunier a cassé et la voile a été emportée; dès lors le vaisseau est resté sous le petit foc et l'artimon afin de rendre plus facile l'embrayage de l'hélice ; et ces 2 voiles ont même été carguées aussitôt que la machine a été mise en marche. *Le Napoléon* a ainsi continué à tenir son poste sous vapeur et à sec de voiles ; il a atteint, par grosse mer du plus près, des sillages de 8ⁿ6, en se comportant très-bien. Pendant quelque temps il a été mis en travers à la lame et à toute vitesse, dans le but d'éprouver la solidité do la charpente; il a roulé modérément et n'a fatigué dans aucune des liaisons. A 4 heures 1/4 on a laissé porter pour imiter la manœuvre de l'Amiral : le sillage s'est élevé immédiatement à 11ⁿ8, et pendant toute la nuit qui a suivi, le vaisseau a tenu son poste sous vapeur.

Journée du 23 janvier.

Le lendemain 23, à 10 heures, les feux ont été éteints et l'hélice désembrayée. En même temps on a établi toutes les voiles moins le ris de chasse, pour s'élever en ligne, au plus près devant. Les amures étaient à tribord, la mer belle, la brise faible et très-variable, la vitesse n'a pas dépassé 3ⁿ 6. Dans ces circonstances, *le Napoléon* a encore montré une certaine infériorité de marche.

Le soir, à quatre heures, la brise étant la même, les vaisseaux ont viré vent devant, par la contre-marche. *Le Napoléon* a accompli son évolution en 8' 15", mais sans hâler bas les focs, précaution prise par les autres bâtiments, et il a gagné considérablement au vent.

Dans la nuit du 23 au 24, il a tenu son poste par calme et par petite brise variable jusqu'à minuit; il filait 1ⁿ 2 à 1ⁿ 4. A minuit la brise ayant hâlé l'arrière en mollissant, il a été attardé.

Journée du 24 janvier.

Le lendemain matin, dans les îles d'Hyères, après s'être rapproché

de son poste, il a encore été distancé par un calme qui l'a pris au moment où les autres bâtiments recevaient une petite brise de N.-O. Enfin, vers midi, à la sortie de la petite passe des îles, on a allumé les feux, par ordre de l'Amiral, et marché à toute vapeur jusqu'au milieu de la grande rade de Toulon.

Dans ce parcours, le vaisseau a atteint un sillage de 12ⁿ 4 avec du charbon de médiocre qualité, puis il est venu, par faible vitesse, mouiller devant le Mourillon, à deux heures et demie. Telles sont les circonstances remarquables de la navigation du *Napoléon*, pendant la seconde sortie avec l'escadre d'évolutions. Elles ont conduit la Commission à exprimer, dans les termes suivants, l'opinion qu'elle a des qualités du vaisseau.

Résumé.

Les virements vent devant sont effectués avec une grande sûreté, et avec plus de rapidité qu'on ne devait l'attendre, en considérant la longueur du bâtiment.

Les virements vent arrière se font très-bien, sans perdre au vent, et dans un espace peu différent de celui que prennent les autres vaisseaux. Ainsi l'évolution lof pour lof, citée dans le premier rapport comme longue et très-défavorable, a subi une grande amélioration qui provient, sans nul doute, de l'habitude des manœuvres que l'équipage, plus exercé, commence à acquérir.

Le vaisseau a continué à gouverner d'une manière remarquable, même par les plus faibles sillages, et lorsque son hélice ne tournait pas.

Au plus près par petite brise, *le Napoléon* a une certaine infériorité de marche, comparativement aux autres vaisseaux, mais il perd de moins en moins, à mesure que la brise fraîchit davantage, et l'on peut dire que, par forte brise, il acquiert de très-beaux sillages.

A la cape courante, pendant le coup de vent de N.-O., il a navigué parfaitement et sans éprouver de fatigue.

Enfin dans les allures grand largue et vent arrière, avec les brises modérées qu'il a rencontrées, le vaisseau a été inférieur en marche à tous les autres ; néanmoins, il a toujours tenu son poste en colonne d'une manière satisfaisante.

Mais, pendant tout le cours des expériences, l'hélice affolée a tourné avec difficulté et en continuant à produire un bruit déjà observé dans la première sortie ; c'est cette circonstance qui a déterminé à faire à l'Amiral, le 21 janvier, vers dix heures du matin, le signal suivant : « le défaut de régularité dans la rotation de l'hélice, déjà signalé le 18 décembre 1852, continue ; l'hélice ne tourne pas avant 3ⁿ 5 ; ce défaut n'a d'autre inconvénient que de retarder le sillage. »

L'hélice en effet, avant et après ce signal, n'a commencé à tourner

qu'entre 3m 5 et 4 nœuds, et elle s'est constamment arrêtée à 3 nœuds.

Cette difficulté de rotation n'existait pas au mois de septembre 1852, pendant le voyage du vaisseau à Ajacio, avant que la tresse du presse-étoupe de l'arbre porte-hélice ait été changée dans le bassin, et que la boîte de ce presse-étoupe, qui est formée de deux pièces, ait été resserrée à la mer. A cette époque, l'hélice tournait encore à 2 nœuds de sillage, et se mettait en mouvement à moins de 3 nœuds; si l'on parvient à la rétablir dans les mêmes conditions de frottement, il en résultera, comme conséquence nécessaire, une amélioration notable dans la marche du vaisseau par petite brise.

Les membres de la commission,

Signé: A. Dupouy, Vrignaud, Bonnard, le Boulenr de Courlon.

TROISIÈME RAPPORT DE LA COMMISSION D'EXAMEN SUR LES EXPÉRIENCES A LA VOILE DU VAISSEAU A VAPEUR *le Napoléon*.

Toulon, le 1er mars 1853.

Amiral,

Le vaisseau le *Napoléon* s'est trouvé, pendant les deux premières sorties qu'il a faites, sous vos ordres, avec l'escadre d'évolutions, dans des conditions de navigation défavorables. La Commission chargée de vous rendre compte des expériences, a pris soin de marquer dans ses rapports que le vaisseau était en pleine charge, au-dessus même des lignes d'eau prévues, et surtout que la rotation de l'hélice affolée présentait une irrégularité très-nuisible au sillage.

Le retard apporté à la vitesse par le dérangement survenu dans l'affolement de l'hélice avait, en outre, été d'autant plus sensible, que les vaisseaux n'avaient rencontré pour lutter entre eux, que des brises très-faibles, ou bien des vents grand frais, pendant lesquels le *Napoléon* avait reçu l'ordre de mettre à la vapeur.

Ces conditions anormales et incomplètes ne se sont pas reproduites dans les expériences qui viennent d'avoir lieu du 17 au 28 février.

Les circonstances de mer et de brise ont été très-variées, depuis le calme, avec ou sans mer, jusqu'au coup de vent; l'hélice affolée a tourné régulièrement; elle a donné environ deux tours pour un nœud de sillage, et au lieu de s'arrêter quand la vitesse du vaisseau descendait à 3 nœuds, elle est restée en mouvement jusqu'à 1m $\frac{1}{2}$.

Cette facilité de rotation mérite d'être signalée d'une manière spéciale. Elle démontre que les vaisseaux à grande vitesse auxquels, pour plusieurs motifs, l'installation d'un puits est inapplicable, n'éprouveront de la part de l'hélice aucune diminution de sillage qui soit réellement ap-

préciable. C'est au moins le résultat que la Commission tout entière a constaté pour le *Napoléon*.

L'exemple du *Montebello*, dont l'hélice est aussi affolée et dont la marche a été défectueuse, pendant presque toute la campagne, ne prouve rien contre ce fait.

Le *Montebello*, avant sa transformation en vaisseau mixte, n'avait pas comme voilier, occupé un premier rang dans les escadres dont il a fait partie. En outre, il a pris, depuis qu'on l'a refondu, une émersion considérable, qui a augmenté la surface frappée par le vent et diminué inversement le plan de la résistance latérale. On ne doit donc pas s'étonner qu'il ait été jeté, presque continuellement, sous le vent de sa colonne. Mais c'est seulement par la dérive qu'il a mal navigué ; et ce qui prouve que l'hélice affolée, bien qu'elle ait tourné assez peu facilement, ne lui a pas nui d'une manière sensible, c'est qu'il a eu, sous diverses allures, des sillages très-satisfaisants.

Le *Napoléon* avait débarqué, avant la dernière sortie, soixante-quinze tonneaux de charbon, afin de réduire l'approvisionnement du combustible à la moitié de ce qu'il peut être. Pendant les expériences, on a, en outre, vidé tantôt 4 des chaudières et tantôt toutes les huit. Le vaisseau a ainsi obtenu un allégement maximum de 200 tonneaux, et moyen de 140 tonneaux, qui correspondent à 20 centimètres et à 14 centimètres d'émersion.

C'est dans l'une et l'autre de ces conditions, indifférentes, d'ailleurs, sous le rapport de la marche et de la stabilité, qu'il a fait 3 fois des expériences comparatives avec les autres bâtiments.

Le 20 février, l'Amiral a signalé à tous les vaisseaux de chasser en avant, sous les voiles du plus près. Le *Napoléon* a eu pendant 3 heures une vitesse moyenne de 3n6. La brise était molle et très-variable en force ainsi qu'en direction. Les vaisseaux, l'ayant ressentie inégalement et à des moments différents, ont éprouvé de grandes variations dans leur marche relative. A la fin de la chasse, ils se sont trouvés à des distances à peu près égales à celles qui les séparaient au commencement, et les résultats de l'expérience ont été très-peu concluants.

Le 21 février, le *Montebello* et le *Napoléon* ont reçu l'ordre de chasser en avant ; ils avaient toutes les voiles du plus près. La brise était extrêmement faible et variable. La moyenne du sillage a été de 2 nœuds ; les caps ont varié de 3/4, comme le vent, et l'expérience n'a conduit encore à aucun résultat.

La 3e chasse a eu lieu le 23 février, par belle mer et jolie brise d'O, hâlant le N. N. O. La route au N. E, d'abord grand largue, puis, peu de temps après, vent de travers, a fini par venir au plus près. Les vaisseaux portaient toutes les voiles du plus près, excepté la brigantine, ils ont établi, puis serré les cacatois, pendant l'expérience. Tant que la

brise a demeuré un peu fraîche, le *Napoléon* a eu de l'avantage sur quelques vaisseaux; sur la *Ville de Paris*, le *Valmy* et le *Montebello*. Il a conservé, pendant quelque temps un sillage de 9ⁿ5. Ensuite la brise a molli et est venue par risées, qui plus fraîches pour les vaisseaux du vent, leur ont fait gagner l'espace qu'ils avaient perdu.

Cependant, à la fin de la chasse, le *Napoléon* s'est trouvé en bonne position vers le centre de l'escadre.

Mais, indépendamment de ces expériences, la Commission a profité de toutes les circonstances qui se sont présentées dans le cours de la navigation, pour établir un jugement définitif sur le *Napoléon*. Convaincue du désavantage que le mauvais état de l'affolement de l'hélice a causé au vaisseau dans les 2 premières sorties, elle désire que les conclusions de ses premiers rapports soient regardées comme nulles, et elle les remplace par les appréciations suivantes, dont les preuves sont tirées principalement de la dernière sortie.

Comment le vaisseau gouverne.

Le *Napoléon* gouverne avec une grande facilité, même par de très-faibles sillages et lorsque l'hélice embrayée ou affolée ne tourne pas. On le maintient en route aussi aisément que les meilleurs vaisseaux.

Du port de la voile.

Le *Napoléon* avait, dans les premières sorties, son approvisionnement de charbon à peu près complet et ses chaudières pleines d'eau. Dans la 3ᵉ série d'expériences, le combustible était réduit de moitié, quatre des soutes étanches étaient vides et l'on a enlevé l'eau, tantôt de 4, tantôt des 8 chaudières. Le vaisseau a été ainsi placé dans des conditions de chargement égal, mais de stabilité moindre que s'il eût consommé tout son charbon et rempli ses chaudières et ses soutes étanches. Malgré une différence de déplacement aussi considérable, puisqu'elle s'élève à 450 tonneaux, il a également bien navigué. En pleine charge, il n'a pas fatigué la mâture, et lège, il n'a donné que de faibles inclinaisons. Sans charbon et à bout de vivres, il aura donc, par ses soutes étanches et par ses chaudières, dont on peut remplir les coffres à vapeur, toute la stabilité désirable.

Du mouvement de tangage et de roulis.

Les mouvements de tangage du Napoléon sont très-doux et très-modérés. Il paraissent devoir principalement leur peu de rudesse aux formes fines de la carène. Les liaisons du vaisseau n'ont pas fatigué, malgré la houle debout qui, plusieurs fois, a été grosse.

Les mouvements de roulis ont aussi beaucoup de douceur, et l'amplitude des oscillations est également modérée, soit en pleine charge, soit à l'état lège.

Marche au plus près du vent.

Le *Napoléon* obtient, au plus près, une marche égale à celle des vaisseaux ordinaires, à voiles, dans toutes les circonstances de mer et de brise. Il est même certain qu'il acquiert sur eux de l'avantage, par grosse mer, et par belle brise, au moins quand il est en pleine charge.

Le 28 février, sous les huniers au ris de chasse et toutes les autres voiles du plus près, il a filé 9ⁿ5 par jolie brise et belle mer, en portant à 7 quarts du vent. Précédemment, avec toutes les chaudières vides et au plus près du vent, il avait obtenu des lochs de 7ⁿ8, en donnant 6° d'inclinaison.

Marche vent largue et vent arrière.

Dans les premières sorties, la marche du *Napoléon*, sous les allures grand largue et vent arrière, avait paru être inférieure à celle de tous les autres vaisseaux. Les dernières expériences ont conduit à un résultat différent.

La chasse du 23 février, que nous avons déjà décrite, en fournit l'une des preuves. En outre, le 22 février au soir, par un vent grand frais de l'arrière, et après être resté en panne pendant un quart d'heure, pour embrayer l'hélice, *le Napoléon* a regagné rapidement l'escadre avec la misaine en plus; ensuite, il s'est maintenu à son poste, sous la même voilure que les autres vaisseaux, malgré l'hélice qui ne pouvait tourner.

Comment le vaisseau se comporte à la cape.

Le Napoléon a été plusieurs fois à la cape courante, sous les deux huniers au bas ris et le petit foc. Il s'est toujours parfaitement comporté, il n'a pas fatigué, il n'a pas été mou, et il a très-bien gouverné.

Comment le vaisseau tient son poste en colonne.

En colonne, sous toutes les allures, le vaisseau tient son poste très-facilement; il porte souvent moins de voiles que d'autres bâtiments, surtout quand la mer est grosse, et pour ne pas rester au vent, il gouverne fréquemment plus arrivé. Si parfois des variations de brise l'ont arriéré momentanément, il a toujours repris son poste sans difficulté.

Si le vaisseau est ardent ou mou ; comment le vaisseau vire vent devant?

Le Napoléon est en général un peu ardent, mais de telle sorte que cela ne constitue pas un défaut. Il n'est jamais mou.

Tous les virements vent devant ont été effectués avec une grande sûreté. Le vaisseau n'a pas hésité à virer, tandis que d'autres ont manqué plusieurs fois. Il vient au vent très-rapidement, mais il abat lentement et avec difficulté, en sorte que le temps et l'espace nécessaires à l'accomplissement de l'évolution sont un peu plus considérables que pour les autres vaisseaux. Ce fait est dû naturellement à la plus grande longueur du bâtiment. La position du mât de misaine, qui a été reporté vers l'arrière, à cause de la finesse des formes avant, tend aussi à rendre l'abattée difficile. Elle fait culer beaucoup le vaisseau dans les appareillages; et dans quelques rades, par certaines circonstances, elle obligerait à prendre, pour cette manœuvre, de grandes précautions, peut-être même à chauffer. Ce défaut, qui serait presque intolérable dans un bâtiment à voiles, perd beaucoup de sa gravité pour un vaisseau à vapeur, dont la machine est douée d'une aussi grande puissance. D'ailleurs, il ne se fait pas sentir dans les virements devant. Le vaisseau accomplit presque toute l'évolution sur son aire; il ne cule pas et gagne, au contraire, beaucoup au vent.

Comment le vaisseau vire lof pour lof.

Le Napoléon montre, dans l'évolution vent arrière, le défaut et la qualité qui viennent d'être signalés pour le virement devant. Il abat lentement, mais se range rapidement au vent; somme toute, il vire bien lof pour lof.

De la meilleure différence de tirant d'eau.

La commission n'a pas pu rechercher la différence de tirant d'eau qui convient le mieux à la marche. Elle a seulement constaté que l'allégement produit en consommant plus de la moitié du charbon et en vidant quatre ou huit corps de chaudières, n'a troublé en rien l'équilibre de l'assiette du vaisseau.

De la marche à la vapeur.

Le Napoléon a été essayé, à toute vapeur, le 24 février, par un vent grand frais de nord-est et une houle assez forte de nord-ouest. En allant d'abord debout au vent, à sec de voiles et les vergues brassées carré, il a filé 10ⁿ2 lorsque la pression a été élevée à 60 centimètres. Vent

arrière, il a été obtenu, contre la houle, une vitesse moyenne de 11ⁿ2, et maximum de 11ⁿ8. Ces vitesses considérables, qui ont même été dépassées dans d'autres circonstances, donnent au *Napoléon* une très-grande valeur militaire. Mais, bien que l'on doive compter principalement sur l'énorme puissance de la machine, il faut aussi attribuer à la voilure une certaine importance. Envisagé seulement comme bâtiment à voile, *le Napoléon* est un très-bon vaisseau. Dans une escadre, il tiendra son poste, en colonne, avec facilité et sans jamais retarder les autres bâtiments. Enfin il forme, dans son ensemble, une œuvre excessivement remarquable, qui réunit très-heureusement les qualités du vaisseau à voiles, et celles encore plus essentielles du vaisseau à vapeur, à grande vitesse, qualités très-différentes et regardées jusqu'à présent comme ne pouvant être conciliées.

Les membres de la Commission,

P. c.

Signé : LEBOULEUR DE COURLON, VRIGNAUD, BONNARD, A. DUPOUY.

EXTRAIT

D'UN RAPPORT PARTICULIER DE M. LE SOUS-INGÉNIEUR LEBOULEUR DE COURLON

En date du 26 décembre 1852,
Sur les essais du Napoléon, naviguant avec l'escadre d'évolution.

Du NAPOLÉON, comme remorqueur.

Le *Napoléon* a donné deux remorques, l'une le 17 décembre, aux trois vaisseaux : *le Valmy, le Bayard* et au *Jupiter*. L'autre, le 19 décembre, au *Bayard* et au *Jupiter*.

Pour la première, sept chaudières seulement avaient été allumées, la huitième ayant une fuite dans l'un de ses tuyaux d'alimentation. Soit à cause de la médiocrité du charbon, soit à cause du défaut d'expérience des chauffeurs, la pression n'a pu être élevée au delà de 30 à 35 centimètres.

Les nombres de tours de la machine, par minute, comptés aux moments de leurs plus grandes variations, ont été de 20 tours, 20t50, 20t, 19t25 et 18t50. Les vitesses correspondantes sont 5ⁿ4, 5ⁿ6, par belle mer et faible brise de travers; puis de 5 nœuds et 3ⁿ5, par une houle qui augmentait, et en portant, de plus en plus, au vent.

L'effort moyen sur les pistons, pour 20t50 et 5ⁿ6, a été de 84 centimètres, et la force, en chevaux, de basse pression, de 936.

Il résulte de ces chiffres que la machine et l'hélice du *Napoléon*, par

le fait seul de l'augmentation de résistance qu'elles ont dû vaincre, ont perdu au moins la moitié de leur utilisation habituelle. On sait, en effet, que les hélices sont de moins en moins efficaces, à mesure qu'on s'éloigne des conditions de résistance pour lesquelles on les a choisies.

Peut-être aussi doit-on attribuer une partie de cette perte d'utilisation à la grande vitesse avec laquelle l'eau lancée par l'hélice venait rencontrer le premier vaisseau remorqué, et il serait convenable d'essayer si, en doublant la longueur réglementaire des amarres, on n'augmenterait pas la puissance de remorque.

D'après le loch de 5m6, l'avance pour un tour d'hélice a été de 4m321, et le recul, avec le pas de sortie, 9m40, a été de 54 centièmes.

Enfin, pour cette expérience, on a chauffé sur place, pendant une heure et demie, en consommant 9 tonneaux de charbon; et en route, pendant quatre heures et demie, avec 17 tonneaux. Cette consommation de 17 tonneaux correspond à 90 tonneaux par 24 heures.

La deuxième remorque, donnée au *Bayard* et au *Jupiter*, a encore eu lieu avec sept chaudières seulement, mais avec du charbon de qualité un peu meilleure. La pression a été poussée jusqu'à 45 centimètres, et les lochs se sont élevés à 8m4, 8m, 8m5 et 8m4. La brise était faible et un peu de l'arrière, la mer tout à fait calme. Les nombres de tours de la machine qui correspondent aux vitesses précédentes sont : 21t, 22t, 22t, 20t5.

L'effort moyen sur les pistons pour 8m5 et 22 tours s'est élevé à 92 centimètres environ, et s'il eût été de 109 centimètres, comme dans les premiers essais de la machine, le sillage aurait atteint 9m27. Le nombre de chevaux de basse pression a été de 1,110, et l'utilisation est devenue les 0,60 ou les 0,65 de ce qu'elle est pour le vaisseau seul.

L'avance, par tour d'hélice, a eu pour valeur 6m11, et le recul avec le pas de sortie 0,35.

La consommation du charbon s'sst élevée, pour une heure et demie de chauffe sur place, à 12 tonneaux, et pour deux heures et demie de marche, à 10 tonneaux, qui correspondent à 96 tonneaux par 24 heures.

Il résulte de ce qui précède, que *le Napoléon*, malgré la faiblesse de la pression et l'inconvénient d'amarres trop courtes, a montré une grande puissance de traction.

Je ne puis terminer, Amiral, ce qui concerne les remorques, sans vous parler du danger que présentent les hélices, aux moments où l'on doit donner et rentrer les amarres. Alors, il ne faut faire tourner la machine qu'avec beaucoup de prudence, tant l'hélice est disposée à saisir les grelins et les faux bras qui les suspendent. Le même danger a lieu, lorsque l'hélice affolée tourne par l'effet du sillage du vaisseau, elle ramasse tous les filins qui se trouvent, à la mer, sur son passage, ou qui y tombent accidentellement. Durant notre première relâche aux

îles d'Hyères, on a dégagé de l'hélice du *Napoléon* une drisse de perroquet tombée pendant le coup de vent, et, à notre arrivée en rade de Toulon, on a retiré un faux-bras échappé pendant la première remorque.

Mais tout en signalant ce défaut des hélices affolées, il résulte des faits eux-mêmes, que l'hélice du *Napoléon* est très-solidement établie, et qu'elle ne peut éprouver aucun dommage des filins inférieurs à 30 centimètres de circonférence. Quant aux grelins, on sera probablement obligé d'établir, pour les guider complétement, un système de suspension amovible à l'extérieur du balcon.

. . . . . .

Je suis, etc.

Signé : LEBOULEUR DE COURLON,
P. C. C. le vaisseau amiral, commandant en chef.
Signé : Baron de LA SUSSE.

EXTRAIT

DES ORDRES DE M. LE VICE-AMIRAL, COMMANDANT EN CHEF L'ESCADRE D'ÉVOLUTIONS DE LA MÉDITERRANÉE.

Le Napoléon est aujourd'hui le premier vaisseau à vapeur de l'Europe. Il vient aussi de prouver qu'il est un bon vaisseau à voiles.

L'habileté de son Capitaine est pour l'Amiral une garantie que cette puissante machine de guerre répondra, en toute occasion, aux espérances qu'on a fondées sur elle.

Ville de Paris, Toulon, 11 Mars 1853.
Signé : Baron de la SUSSE.

APPENDICE AU RAPPORT SUR LES ESSAIS DE LA MACHINE DU VAISSEAU A VAPEUR *le Napoléon*.

NOTE *particulière de l'un des membres de la Commission sur les utilisations ou les résistances élémentaires des navires, adressée à M. le Directeur des constructions navales.*

Les expériences des vaisseaux à vapeur *le Charlemagne* et *le Napoléon*, ont montré, d'une manière très-frappante, que la force en chevaux nécessaire, par mètre carré de surface plongée au maître couple, pour imprimer une même vitesse à des bâtiments différents, diminue lorsque cette surface plongée augmente.

Ce fait, qui résulte de ce que la résistance élémentaire des navires

est d'autant plus faible qu'ils ont eux-mêmes de plus grandes dimensions, au moins en largeur et en profondeur, pouvait aussi être déduit de la plupart des essais faits sur les autres bâtiments à vapeur de la flotte.

On forme effectivement, au moyen des rapports connus sous le nom d'utilisation, et en choisissant les données obtenues lorsque la mer était calme et la carène propre, le tableau qui va suivre, et que nous faisons précéder de quelques définitions, pour le rendre plus facile à comprendre.

1° On désigne généralement par K, dans le calcul des bâtiments a vapeur, la résistance des navires, par mètre carré de surface plongée au maître couple, et par mètre de vitesse.

2° On admet que la résistance totale R est proportionnelle à la résistance élémentaire K, à la surface du maître couple B^2, et au carré de la vitesse exprimée en mètres V^2, d'où $R = KB^2V^2$.

3° On appelle résistance relative d'un bâtiment, dont la surface plongée au maître est B^2, et dont l'hélice a pour diamètre d, l'expression :

$$\frac{KB^2}{d^2}$$

4° Il résulte de ce qui précède que le travail utilisé, dans une seconde, par un bâtiment ayant V pour vitesse, est donné par $KB^2V^2V = KB^2V^3$.

5° Le travail développé en une seconde sur les pistons d'une machine, qui supportent une pression moyenne, par tour, et constatée par des indicateurs de $p^{c}/^{m}$, ou seulement de $p-p'^{c}/^{m}$ ($6^{c}/^{m}$ étant la valeur ordinaire des frottements constants de la machine), est représenté pour 2 cylindres par la formule :

$$\pi \frac{D^2}{4} \times 4C \times \frac{N}{60} \times (p\,c/m - 6\,c/m \frac{10330}{76}$$

ou plus simplement par $7{,}117\ D^2CN\ (p-6)$. D est le diamètre des cylindres en mètres, C, la course des pistons, et N le nombre de tours de la machine par 1'.

6° Enfin, on nomme *utilisation* le rapport des 2 dernières expressions, c'est-à-dire :

$$\frac{K\,B^2\,V^3}{7{,}117\ D^2\ CN\ (p-6)}$$

Nous présentons ici le tableau qui a été dressé avec les éléments qui précèdent.

NOM ET GENRE DU BATIMENT	Surface plongée B^2	Diamètre de l'hélice d	Résistance Relative $\frac{K B^2}{d^2}$	Vitesse dans les expériences	UTILISATION $\frac{K B^2 V^3}{7{,}117 D^2 CN (p-6)}$
Pélican, aviso en fer et à hélice à directrice droite.....	10m.q 00	1m 68	$\frac{k}{1} \times 3,6$	10 n 00	$\frac{k}{1} \times 0,075$
Id. id. id. id.	id.	2 50	$\frac{k}{1} \times 1,6$	id.	$\frac{k}{1} \times 0,085$
Ariel. id. id. id.	id.	2 30	$\frac{k}{1} \times 1,88$	12 00	$\frac{k}{2} \times 0,082$
Phénix, id. et à roues ayant des aubes fixes.....	15 44	»	»	12 00	$\frac{k}{3} \times 0,086$
Prométhée. id. id. id.	16 50	»	»	10 00	$\frac{k}{4} \times 0,066$ au moins
Sphinx, en bois. id. id.	22 35	»	»	8 4	$\frac{k}{5} \times 0,096$ au moins
Titan. id. id. id.	26 70	»	»	7 00	$\frac{k}{6} \times 1,045$
Tanger. id. id. id.	27 00	»	»	10 5	$\frac{k}{7} \times 0,104$
Véloce. id. id. id.	29 70	»	»	8 00	$\frac{k}{8} \times 0.106$
Roland, id. et à hélice à directrice courbe.....	37 00	3 71	$\frac{k}{9} \times 2,68$	12 00	$\frac{k}{9} \times 0,120$
Sané, id. à roues ayant les aubes fixes.....	46 40	»	»	10 00	$\frac{k}{10} \times 0,123$
Pomone, id. et à hélice à directrice droite.....	51 80	4 50	$\frac{k}{11} \times 2,56$	7 00	$\frac{k}{11} \times 0,125$ au moins
Charlemagne. id. id.	91 00	5 00	$\frac{k}{12} \times 3,64$	9 00	$\frac{k}{12} \times 0,158$
Napoléon, id. et à hélice à directrice courbe.....	99 00	5 803	$\frac{k}{13} \times 2,94$	12 à 13	$\frac{k}{13} \times 0,172$

En prenant les surfaces plongées B^2 pour abcisses, et en portant, comme ordonnées, les valeurs correspondantes des utilisations, abstraction faite des résistances élémentaires $\frac{k}{1}$, $\frac{k}{2}$ etc., on obtient une série de points qui se succèdent avec une régularité inespérée, et qui font voir de suite que les bâtiments en fer, lorsqu'ils ont été peints depuis peu, doivent être compris, quant à la résistance, dans la catégorie des bâtiments doublés de cuivre. On voit ci-contre le tracé de la courbe dont il s'agit. (Planche 35, courbe des utilisations).

La série des points de la courbe en contient deux, qui s'écartent, plus que tous les autres, de la courbe moyenne, et qui, à cause du grand nombre d'expériences d'où ils dérivent, sont cependant les plus exacts de tous. Ce sont les points du *Roland* et du *Napoléon*. Mais si, conformément aux résultats observés sur *le Pélican*, les directrices

courbes ont sur celles qui sont droites un avantage de 5 pour 100, et si l'on réduit, dans cette proportion, les utilisations des deux bâtiments, on trouve que les nouvelles valeurs $\frac{k}{5} \times 0{,}114$, $\frac{k}{12} \times 0{,}163$ donnent lieu à des points qui prennent place exactement, l'un sur la courbe, l'autre sur son prolongement.

Nous donnons dans la planche 35, le tracé de cette courbe moyenne.

Pour qu'elle eût pu être régulière, il aurait fallu que les bâtiments expérimentés eussent satisfait à des relations entre les vitesses d'essai, entre les résistances relatives et entre les dimensions des propulseurs.

Mais, telle qu'elle est, elle démontre par sa continuité :

1° Que les utilisations, abstraction faite des résistances élémentaires, croissent très-rapidement, avec les surfaces plongées au maître-couple ;

2° Que, par calme et belle mer, le plus ou moins d'allongement et de finesse des carènes n'a pas d'influence appréciable sur la vitesse ;

3° Et que les machines, ainsi que les propulseurs (hélices ou roues), des bâtiments de la flotte, ont été généralement établis dans des conditions d'égale efficacité.

Il résulte de là, que les valeurs complètes des différentes utilisations, mesurées sur la courbe, sont sensiblement égales entre elles, et que l'on peut poser $\frac{k}{1} \times 0{,}075 = \frac{k}{3} \times 0{,}086. \ldots = \frac{k}{13} \times 0{,}172$.

Ainsi, la résistance élémentaire de tous les bâtiments se trouve déterminée par la connaissance de celle de l'un d'eux.

Cette égalité entre les utilisations permet, en outre, de ramener toutes les résistances relatives à celles d'un même navire, *le Pélican*, par exemple, et de calculer aisément le recul des hélices, au moyen de ceux qui ont été constatés pour cet aviso.

Supposons qu'il faille trouver le recul du *Charlemagne*, dont la résistance relative est $\frac{k}{12} \times 3{,}64$ et dont l'hélice a deux ailes, une directrice droite, 0,30 de fraction de pas, et 1,40 pour le rapport du pas au diamètre : il est évident que ce recul est le même que celui du *Pélican*, pour une résistance relative égale, une hélice assujettie aux conditions précédentes et une vitesse un peu moindre que celle du vaisseau. La résistance relative qui donne au *Pélican* l'utilisation $\frac{k}{1} \times 0{,}077$, étant $\frac{k}{1} \times 3{,}20$ et $\frac{k}{12}$ ayant pour valeur à peu près la moitié de celle de $\frac{k}{1}$, nous devons prendre pour utilisation du *Pélican* comparée à celle du *Charlemagne*, $\frac{k}{1}$ 0,084 qui correspond à :

$$\frac{k}{1} \times \frac{3{,}20}{2}$$

et poser $\frac{k}{1} \times 0{,}084 = \frac{k}{12} \times 0{,}158$, d'où la résistance relative :

$$\frac{k}{12} \times 3.64 = \frac{k}{1} \times \frac{0{,}084}{0{,}158} \times 3{,}64 = \frac{k}{1} \times 1{,}93$$

Or, 1° pour la résistance relative $\frac{k}{i} \times 1{,}6$ et une hélice à deux ailes, ayant 0,30 de fraction de pas et 1,40 de rapport du pas au diamètre, conditions qui, à cause de $B^2 = 10^{-2}$ environ, donnent $D = 2{,}50$ et $h = 3{,}50$, les expériences du *Pélican* ont conduit à un recul de 0,185 pour 9 nœuds de sillage ;

2° Avec $\frac{k}{i} \times 3{,}6$, une hélice à deux ailes ayant 0,30 de fraction de pas et le rapport 1,40 d'où $d \times 1{,}68$ et $h\ 2{,}35$, on a obtenu, par le même sillage, un recul de 0,314.

Pour $\frac{k}{i} \times 1{,}93$, on aura donc par interpolation et en diminuant un peu le résultat, à cause du sillage, le recul de 0,20 à 0,21 qui a été constaté dans les essais du *Charlemagne*.

En appliquant la même méthode au *Napoléon*, et en tenant compte de l'influence de la directrice courbe, on trouve également le recul moyen des expériences faites par calme.

Cette facilité que donne la courbe des utilisations pour obtenir les reculs, en augmente beaucoup l'importance ; elle complète les calculs d'établissement des machines, calculs rendus jusqu'à présent très-difficiles à cause de l'incertitude qui pesait sur les valeurs relatives des résistances élémentaires.

En se rappelant que les utilisations maxima du *Pélican* pour un sillage de 9 nœuds, varient de $\frac{k}{i} \times 0{,}075$ à $\frac{k}{i} \times 0{,}085$, quand la résistance relative descend de $\frac{k}{i} \times 3{,}6$ à $\frac{k}{i} \times 1{,}6$, et qu'elles augmentent un peu, d'après une loi déterminée, lorsque le sillage diminue, on pourra déduire de la courbe, établie pour :

$$\frac{B^2}{d^2} = 3 \text{ à } 3{,}50$$

et 9 nœuds de vitesse, l'utilisation qui convient à un bâtiment quelconque, puis l'augmenter de 5 pour 100 si la directrice de l'hélice est courbe, et enfin calculer le recul, au moyen de ceux du *Pélican*, comme nous l'avons fait plus haut.

Ensuite, on posera les deux équations :

$$\frac{K\,B^2\,V^3}{7{,}117\,D^2\,CN\,(p-6)} = KU \quad \text{ou} \quad \frac{K\,B^2\,V^3}{7{,}117 \times 2\,D^2\,CN\,(p-6)} = KU$$

pour quatre cylindres :

$$\text{et } V = \frac{Nr}{60}(1-p)\,h$$

(p étant la valeur connue du recul, h celle du pas, et r le rapport des roues d'engrenage.)

Si l'on veut déterminer la machine par la force nominale F, on ajoutera à ces relations l'égalité :

$$F = \frac{2\ D^2\ CN}{0{,}59} \text{ ou } \frac{4\ D^2\ CN}{0{,}59}$$

et les valeurs de U, p et F étant connues, ainsi que celle de B^2 et de h, il restera seulement des six quantités D, C, N, V, p et r, trois indéterminées qui d'ailleurs ne peuvent être choisies arbitrairement, à cause de la forme des équations.

La loi qui détermine les résistances élémentaires, au moyen des surfaces plongées des maîtres-couples, permet de calculer les surfaces de voilure que devraient avoir les différents bâtiments de la flotte pour acquérir la même vitesse, dans les mêmes circonstances de brise et de mer, au moins lorsque la mer est belle.

La résistance d'un navire $K\ B^2\ V^2$ étant égale à la force d'impulsion horizontale peut être regardée comme proportionnelle à la surface de voilure, c'est-à-dire que $K\ B^2\ V^2 = \alpha S$ d'où :

$$V^2 = \frac{2S}{K\ B^2}$$

On aura pour un deuxième bâtiment :

$$V_1^2 = \frac{\alpha\ S_1}{K_1\ B_1^2}$$

et s'il faut que les vitesses V et V_1 soient égales on établira la relation :

$$\frac{\alpha\ S}{K\ B^2} = \frac{\alpha\ S_1}{K_1\ B^2_1} \text{ ou } S_1 = \frac{S}{B^2}\ B^2_1\ \frac{K_1}{K} = \frac{S}{B^2}\ B^2_1\ \frac{y}{y_1}$$

y et y_1, étant les ordonnées de la courbe d'utilisation correspondant à B^2 et B^2_1, lesquelles sont inversement proportionnelles aux résistances élémentaires K et K_1.

En prenant pour type le vaisseau de 80 *(Sané)* pour lequel $S = 2{,}852^{m2}$ et $B^2 = 87^{m2}21$, on trouve :

$$\frac{S}{B^2} = 32{,}702 \quad y = 155$$

et l'on arrive à l'expression définitive $S = 5{,}068^{m2}5$.

$$\frac{B^2_1}{y^1}$$

Nous avons réuni, dans le tableau suivant, la surface plongée B_1^2 des

principaux bâtiments à voiles, les ordonnées Y_1 de la courbe d'utilisation, les surfaces de voilure S déduites de l'Atlas du génie maritime, et les surfaces de voilure S_1 calculées d'après la formule qui précède.

DÉSIGNATION des BATIMENTS	B^2_1 Surface plongée du maître-couple	Y_1 Ordonnées correspondantes de la courbe des utilisations	S Surfaces de voilure prises dans l'atlas	S_1 Surfaces calculées d'après la formule
Goelette de 6.	10 m² 14	77	656 m²	667 m²
Canonnière de 8.	12 24	82	676	756
Brig aviso de 10.	14 75	87	930	859
Brig de 16.	18 29	92	953	1008
id. de 20.	22 72	99	1119	1163
Corvette de 18.	20 94	96	936	1105
id. de 24.	27 87	105	1315	1345
id. de 32.	34 09	112	1455	1542
Frégate de 44.	45 70	123	1946	1883
id. de 52.	60 38	135	2260	2267
id. de 60.	65 52	140	2640	2372
Vaisseau de 74.	76 57	148	2419	2622
id. de 80.	87 21	155	2852	2852
id. de 90.	92 21	159	3130	2939
id. de 100.	98 25	163	3133	3055
id. de 120.	106 03	168	3250	3199

Si, pour comparer plus facilement S_1 avec S, on considère les valeurs comprises sous ces dénominations comme des ordonnées portées sur les valeurs correspondantes de B_1^2, comme abcisses, on reconnaît que la courbe continue formée par S_1 est une moyenne entre les points de la ligne brisée S; c'est-à-dire que la loi des résistances élémentaires appliquée à l'hypothèse de l'égalité de vitesse conduit d'une manière très-approchée aux voilures des différents bâtiments de la flotte. (Planche 35, courbe des surfaces de voilure.)

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES QUI ONT SERVI AU CALCUL DES UTILISATIONS

1° *Pélican.* — Voir le Mémoire sur les expériences d'hélices faites à bord de cet aviso.

2° *Ariel.* — Un tableau inscrit dans le rapport de la Commission de réception de la machine, contient les chiffres suivants : 12°6; 38 tours 75; 80 centimètres aux chaudières, introduction 0m 50. D'un autre côté,

une courbe d'indicateur relevée entre 36 tours et 37 tours donne $P = 96$ centimètres avec $0^m 5$ d'introduction. On peut donc joindre $P = 100$ cent. aux résultats qui précèdent. D'ailleurs $D^2C = 1^{m2}35 \times 1^m01$, avait pour valeur $10^{m2}7$.

3° *Phénix.* — On a obtenu, sur la base de Cherbourg :

1° Avec vent AR, 12^n16; 26 tours 95; et $P = 92^{cm}5$, d'où $\frac{1}{3} \times 0^m083$.

2° Avec vent du travers, 12^n8; 28 tours 75 et $P = 104^{cm}0$, d'où $\frac{1}{3} \times 0^m085$, $B^2 = 15^{m2}44$ et $D^2C = 1^m41^2 \times 1^m30$.

4° *Prométhée.* — L'utilisation inscrite au tableau est le résultat moyen de cinq parcours faits sur la base d'Indret, par belle brise.

Le diamètre des roues était égal à 6^m40, le recul à 0^m19, P à $75^{cm}92$. N à 19 tours 26 et D^2C à $1{,}40 \times 1{,}40$.

5° *Sphynx.*— On lit, page 148 du mémoire de M. Reech sur les bâtiments à vapeur, que la vitesse du *Sphynx* n'a été que de 8^n35 pour 160 chevaux effectifs, et 3^m37 de tirant d'eau moyen. Donc, $B^2 = 22^{m2}35$

$$V = \frac{8{,}35}{1{,}944}\,\frac{2D^2CN}{0{,}59} = 160 \text{ et } \frac{K\,B^2V^3}{7{,}117\,D^2CN\,(61\ c/m\text{-}6)} = K \times 0{,}095$$

6° *Titan.* — Par calme, le *Titan* a parcouru, dans la grande rade de Toulon, une base de 3,345 mètres en 16', d'où $V = 3^n48$ avec 10 tours 81 par 1'; $B^2 = 26^{m2}69$ et $P = 38^{cm}2$. Le diamètre des roues était de 6^m92, l'immersion des pales de 1^m31, et l'on a $D^2C = 1{,}414 \times 1{,}74$.

7° *Tanger.* — On trouve dans le rapport de la Commission de recette de la machine.

Avec petite brise, grand largue et belle mer	10^n6	19'40	p. $88^c/^m2$.
	10^n6	18'00	p. $80^c/^m4$.
Moyenne	10^n6	18'70	p. $84^c/^m3$.
Ou encore	11^n2	19'03	et p. $93^c/^m7$.

En même temps, B^2 était égal à 27^{m2}, et l'on a $D^2C = 1{,}60^{m2}$.

2° *Véloce.* — A Toulon, sur la base de la grande rade, *le Véloce* a donné, avec $B^2 = 29^{m2}73$; $V = 4{,}258$; $R = 0{,}2667$; $N = 16'52$ et $P = 62$ centimètres. D'autre part, $D^2C = 1{,}40^{m2} \times 1{,}675$.

9° *Roland.* — L'utilisation inscrite au tableau est la moyenne qui est résultée des nombreux essais du bâtiment.

10° *Sané.* — On a obtenu, sur la base de Cherbourg :

	Vitesse	Valeur de $\frac{p}{N^2}$	Utilisation $\frac{K B^2 V^3}{7{,}117 D^2 CN p}$
1er parcours	10m483	0,36605	K × 0,11037
2e —	10m126	0,36903	K × 0,10921
3e —	9m934	0,36712	K × 0,11261
		Moyenne.	K × 0,11073 ou K × 0,111.

qui, multiplié par :

$$\frac{p}{p-6\ c/m}$$

ou par :

$$\frac{62}{62\ c/m-6}$$

devient égale à K × 0,123.

11° *Pomone.* — Extrait du rapport de la Commission, qui a expérimenté la deuxième hélice : V = 7m5. N = 42 tours. B^2 51m²81. D^2 C = 1,17³. La première hélice avait donné, à Cherbourg, dans les mêmes circonstances de pression et d'introduction, 43 tours avec P = 56 centimètres. C'est cette valeur qui a été adoptée dans le calcul de l'utilisation.

12° et 13°. *Charlemagne* et *Napoléon.* — Les utilisations du tableau sont les moyennes de celles qui sont inscrites dans le rapport de la Commission de recette.

Pour compléter ces renseignements, nous ajouterons que la malpropreté des carènes diminue considérablement l'utilisation. *Le Héron*, par exemple, après un séjour d'une année dans la Loire, a donné un chiffre égal à la moitié de celui qui revenait à la surface plongée.

Enfin les résultats suivants, qui ont été obtenus, par calme, à bord de *l'Isly* (savoir : B^2 = 42m²65. V = 10m27. N = 21'28; P = 79,5 d'où l'utilisation 0,070), conduisent à penser que les étambots, qui forment la cage de l'hélice, produisent une résistance à peu près égale à celle de la carène.

Toulon, le 6 septembre 1852.

Le S. Ingénieur de la marine,
Signé : Le Boulleur de Courlon.

Vu le Directeur des constructions navales,
Signé : Ph. Binet.

NOTE QUATRIÈME

CALCUL DE LA VITESSE PROBABLE DU *WARRIOR*

PAR MACQUORN RANKINE

Déplacement à l'essai..... 8 997 tonnes.

Tirant d'eau..... { 25pi 83 »
26 75 »

Ligne d'eau	Sinus d'obliquité	Carré des sinus	4e puissance des sinus.
1er ligne d'eau.	.370	.1369	.01874
2e id	.315	.0992	.00984
3e id	.290	.0841	.00707
4e id	.265	.0702	.00492
5e id	.235	.0552	.00304
6e id	.165	.0272	.00074
quille	.000	.0000	.00000
moyenne		0674	00585

$1 + (4 \times .0674) + .00585 = 1.275$, coefficient d'augmentation.

demi-contour de la coque en pieds	multiplicateurs de Simpson	produits
21,0	1	21 0
27,2	4	108 8
30,8	2	61 6
34,6	4	138 4
38,8	2	77 6
41,5	4	166 0
42,6	2	85 2
44,0	4	176 0
44,0	2	88 0
	A reporter.	922 6

	Report.	922 6
44,0	4	176 0
43,3	2	86 6
42,1	4	168 4
40,3	2	80 6
38,1	4	152 4
36,0	2	72 0
35,0	4	140 0
32,0	1	32 0
Divisé par 3		1830 6 total.
Divisé par la moitié du nombre des intervalles 8		610 2
Contour moyen immergé		76 3
× longueur		380
Produit		28 994
× coefficient d'augmentation		1 275
Surface augmentée		36 979 pieds carrés.

Puissance en chevaux donnée par l'indicateur, aux essais	5 471
× coefficient de propulsion	20 000
Divisez par la surface augmentée (36,979)	189 420 000 produits.
Cube de la vitesse probable	2 959
Vitesse probable calculée	14 356 nœuds.
Vitesse réalisée aux essais	14 354
Différence	0 002

NOTE CINQUIÈME

ROULIS ET TANGAGE DES NAVIRES DE LA MARINE MILITAIRE

On lit dans la notice récemment présentée à l'Institut, sur les travaux de M. Bourgois, capitaine de vaisseau, que nous avons fréquemment cité dans le cours de ces études, les lignes suivantes :

Commission des bâtiments cuirassés

« A la fin de l'année dernière, une commission fut nommée pour diriger les expériences à faire sur les bâtiments cuirassés des divers types que possède la marine française. Cette commission était présidée par M. le Vice-Amiral Pénaud, Commandant en chef de l'escadre, et comptait M. Bourgois parmi ses membres. Elle a étudié avec le plus grand soin, pendant une navigation laborieuse de deux mois, toutes les questions relatives au nouveau matériel de la flotte, et elle vient de terminer un volumineux rapport, encore inédit, où ces questions sont envisagées aussi bien au point de vue de la science qu'à celui de la pratique.

« La question du roulis, par exemple, si importante pour l'architecture navale, surtout depuis l'abandon des anciens modèles, nécessité par l'application de la vapeur, a été, de la part de la Commission, l'objet d'une étude approfondie.

« La commission a reconnu *l'erreur de la théorie du roulis enseignée jusqu'alors et qui avait amené à placer les centres de gravité des navires beaucoup trop bas.* Elle a établi au contraire, sur des faits irrécusables, que dans les limites indiquées par les bâtiments soumis aux essais, *les amplitudes des roulis à la mer étaient*, toutes choses égales d'ailleurs, *d'autant plus faibles, que les distances du centre de gravité au métacentre étaient plus courtes*. Elle a constaté un autre fait non moins important, c'est que, pour le même navire, la durée moyenne des oscillations de roulis est sensiblement la même, quels que soient l'état de la mer et la grosseur des lames, et semble ne dépendre que de la position du centre de gravité par rapport au métacentre.

« Ce fait de la constance et de la durée moyenne des roulis, pour un même arrimage du navire, avait été depuis plusieurs années observé par M. Bourgois, qui, particulièrement sur *la Forte*, en 1862, comme le prouve le devis de cette frégate, avait fait, de l'observation de cette durée moyenne et constante du roulis, le point de départ de modifications dans l'arrimage, ayant pour objet de diminuer la vivacité du roulis.

« Plusieurs hypothèses ont été admises sur la position de l'axe de rotation des bâtiments dans les mouvements de roulis. Celle qui fait la base de la théorie enseignée aujourd'hui dans les écoles, suppose l'axe d'oscillation contenu dans le plan de flottaison. Dans ce cas, les points des bâtiments situés sur l'intersection du plan vertical longitudinal et du plan de flottaison, ne devraient pas éprouver, par suite du roulis, les mouvements de translation si sensibles parfois dans les parties élevées des navires.

« Pour s'assurer s'il en est ainsi, M. Bourgois, à bord du vaisseau cuirassé, *le Magenta*, a placé sur cette intersection un pendule composé d'une tige et d'une boule métalliques. Il a fait

mesurer ensuite, simultanément, les amplitudes de roulis par les arcs de ce pendule et par des viseurs dirigés à l'horizon pendant les mouvements de roulis.

« Le désaccord considérable qu'il a trouvé entre les valeurs fournies par ces deux modes d'expérience, lui a donné la preuve que la boule métallique placée comme on l'a dit, éprouvait, par suite du roulis, des mouvements de translation très-marqués. Ce désaccord et les mouvements qu'il accusait ont diminué à mesure que le pendule a été placé plus bas. A l'arrivée à Cherbourg, les observations ont été suspendues lorsque le pendule approchait de la position du centre de carène, sans qu'on eût encore observé d'accroissements sensibles dans les mouvements de translation.

« Il y a donc lieu de penser que l'ancienne hypothèse du père Hoste, qui *faisait passer l'axe d'oscillation par le centre de carène, est plus voisine de la vérité que celles admises de nos jours, qui le font passer, soit par le centre de gravité, soit dans le plan de flottaison.*

« Si de nouvelles expériences confirment ce fait, il y aura lieu de modifier toutes les formules relatives au roulis, en substituant à la distance du métacentre au centre de gravité, celle du métacentre au centre de carène. »

Ces lignes expriment, involontairement peut-être, une grande incertitude sur toutes les bases des calculs de stabilité des navires. C'est à l'axe d'oscillation que se rapporte la somme des moments dans les quantités de mouvement qui, dans les roulis, deviennent des forces. Où sera le centre de ces forces si l'axe d'oscillation cesse de passer par le centre de gravité? Si la distance du métacentre au centre de carène est substituée dans le calcul, à la distance du métacentre au centre de gravité, comme le centre de carène se modifie incessamment dans une mer agi-

sée, que devient encore la puissance d'équilibre qui résulte de la situation du centre de gravité par rapport au centre de carène et au moment d'inertie de celle-ci?

Il semble que l'esprit humain aime à perdre la voie des faits simples. Il y a, dans le mouvement de roulis, deux causes et un effet. La première cause, c'est que le navire est un corps doué par lui-même d'une faculté d'oscillation. C'est un pendule et un fléau de balance conjugués, dont les oscillations sont plus ou moins longues, suivant la situation du centre de gravité, par rapport au plan d'appui ou de suspension dans l'eau: suivant aussi la situation du métacentre, et suivant le rayon de gyration qui est la longueur du fléau de balance dont le centre est le centre de gravité du navire.

Ce pendule, à double effet, oscille dans un milieu avec lequel il est en relation par sa carène et par son périmètre mouillé. La forme de la carène a nécessairement une action sur l'oscillation de roulis; mais pour éviter que cette action soit irrégulière, on cherche et on réussit à placer le centre de carène sur l'axe du pendule, qui est celui d'oscillation et qui, à l'état de repos, passe nécessairement par le centre de gravité.

On peut donc embrasser dans les lois physiques et mécaniques qui donnent la durée de l'oscillation, les conditions du corps flottant, de telle sorte qu'une certaine durée d'oscillation soit le résultat nécessaire de sa constitution propre, lorsque son immersion a lieu dans une eau calme.

Dans ces conditions, le navire est toujours un pendule, mais un pendule qui rencontre une certaine résistance dans le milieu où il oscille; c'est pour cela que cette résistance n'a aucun effet sur la périodicité des oscillations, et ne peut en avoir que sur leur amplitude. Elle les éteint plus vite dans l'eau que dans l'air, en raison presque directe de la densité du milieu.

Voilà donc une première cause du roulis, c'est la faculté oscillatoire du navire.

La seconde est le passage sous le navire d'une succession de plans inclinés formés par les vagues. Ces plans inclinés constituent contre une de ses parois une hauteur d'eau plus considérable que contre l'autre ; et cela suffit à lui donner une impulsion. Si le plan incliné formé par la vague se solidifiait instantanément tout en prenant une consistance moindre que celle du navire, celui-ci le descendrait jusqu'à la rencontre d'une hauteur d'eau égale de ses deux côtés. Le plan incliné se résout donc en une force de translation du navire, et cette translation est en effet complétement indépendante de l'oscillation. Elle peut agir sur la durée, mais non sur la périodicité. Nous sommes disposé à croire que ce point n'a pas été aperçu, puisque la Commission a semblé surprise que le centre d'oscillation du navire *éprouvât, par suite du roulis, des mouvements de translation très-marqués.*

La pression qui résulte de la différence de niveau de l'eau, entre les parois opposées du navire, ne se résout pas, toujours et tout entière, en une force de translation. En effet, ces pressions (que les vitesses d'ascension des vagues d'un côté, et de l'autre, les vitesses en sens contraire des oscillations ou d'immersion du navire, convertissent souvent en un choc) agissent sur la périphérie du navire, d'après une résultante qui, suivant sa direction, produit des mouvements différents. Si cette direction est celle du centre de gravité du navire, c'est une force de translation qui est créée. Si cette résultante est dirigée en dessus ou en dessous du centre de gravité, son impulsion a pour effet, soit d'accroître l'oscillation du navire, si elle agit quand il s'incline dans le sens de l'impulsion, soit de la diminuer, s'il s'incline en sens opposé à cette direction.

Si, par un hasard qui se rencontre quelquefois, les impulsions se succèdent en des temps égaux à ceux des oscillations, l'amplitude de celles-ci sera accrue jusqu'à un certain degré, mais le synchronisme ne peut avoir des effets accélérateurs continus de l'amplitude de l'oscillation, et cela parce que la série des efforts d'impulsion, en les supposant tout à fait réguliers et coïncidants, rencontre une résistance due à des efforts de stabilité bien supérieurs en intensité à la puissance d'impulsion de la vague.

Cette simplification d'exposé ressort avec une lumineuse évidence des études de W. Froude. (*Of the rolling of ships. Transactions of the Institution of Naval Architects*, volume 2, 1861.)

Il y recherche les effets du rapport entre la durée de l'oscillation du navire et la durée du passage de la vague sous le navire; et comme ces deux oscillations affectent, l'une un caractère périodique absolu, et l'autre un caractère périodique habituellement irrégulier, il étudie les effets du synchronisme et la puissance qu'ils peuvent acquérir. Seulement, comme dans ces calculs il fait abstraction de ce fait que les conditions de stabilité propre du navire s'accroissent en résistance à mesure de plus fortes inclinaisons, par suite des émersions et immersions successives du centre de gravité et des variations du moment d'inertie du plan de flottaison, il n'aboutit pas à l'impossibilité de l'accroissement continu de l'amplitude.

Cette lacune est due à ce qu'il ne fait pas entrer dans son analyse le mouvement vertical qui résulte, pour le navire, de la succession des plans inclinés des vagues sous lui, mouvement qui, provoquant des immersions de plus en plus fortes dans le cas de périodicité synchronique, détruit, par cela même, l'inten-

sité des forces latérales qui tendent à ajouter à l'amplitude de l'oscillation.

Le navire, doué d'une faculté d'oscillation dont la durée est absolue, s'incline sous l'influence des plans d'eau d'inclinaisons variables qui passent sous sa carène. En s'inclinant, il tend à descendre suivant ces plans; mais, quand il s'incline, chaque mouvement modifie son plan de flottaison, et il s'élève ou s'abaisse suivant que la situation de ce plan excède ou affaiblit le cube d'eau qu'il doit déplacer normalement. De là, dans le roulis, une oscillation d'une durée absolue et d'une amplitude variable, un mouvement de translation et un mouvement vertical.

En partant de la durée absolue de l'oscillation propre du navire, nous rapportons cette durée à sa situation en eau calme, lorsque le plan de flottaison ne varie pas, c'est-à-dire lorsque l'oscillation du navire a été provoquée par une cause autre que le changement du plan d'eau sous lui.

Devant le résultat de sa théorie du rapport des périodes synchroniques de l'oscillation du navire et du passage des plans inclinés, W. Froude reconnaît que les angles d'oscillation indiqués par l'équation sont grandement en excès sur ceux que constate l'expérience, et il cherche à démontrer les causes de cette différence. C'est, dit-il, « que les séries du synchronisme de la périodicité de l'oscillation du navire et du passage des vagues sont rares; » il y a là un malentendu : ce n'est pas le synchronisme qui est rare. Entre le calme et l'agitation de la mer, il y a toujours un moment où il s'établit; c'est sa durée qui est rare, ou plutôt qui est impossible absolument, par les raisons que nous avons indiquées.

Et puis, ajoute Froude, on suppose, dans le calcul, que le navire est dans le creux des vagues, ce qui n'est pas sa situation habituelle. Cela est encore vrai, mais cela arrive justement lors-

que le navire a perdu ses moyens de direction, c'est-à-dire à un moment toujours critique, où il est livré à l'agitation de la mer, sans autre défense que ses conditions propres de stabilité ; et comme, en fait, cela arrive quelquefois, il faut que ce soit sans danger.

Si W. Froude avait fait intervenir dans sa formule la différence des émersions et immersions que le mouvement vertical du navire produit par le passage des vagues, il eût reconnu là des effets qui paralysent les conséquences du synchronisme et qui le détruisent aussi rapidement qu'il tend à s'établir.

Si, en effet, nous nous reportons aux savantes discussions qu ont eu lieu en 1862 et en 1863, entre Froude, Woolley, Crossland, Macquorn Rankine, etc., nous lisons que Froude lui-même attribue au mouvement vertical un effort proportionnel à son étendue et *au carré de sa fréquence;* et que considérant une série d'oscillations, les effets en seront proportionnels à leur étendue et au *cube* de la fréquence.

Sans examiner ce qu'il y a de fondé dans cette appréciation, on ne peut qu'être surpris qu'elle n'ait pas pris une place élémentaire dans l'analyse de l'auteur, sur les effets du synchronisme par lequel le roulis est affecté.

Si, à propos des vues émises par la Commission des navires cuirassés, dans le roulis et le tangage, nous avons cité les études de Froude, c'est que ces études, suivies de celles de Joseph Woolley et de Crossland (volume 3, *transactions Naval Architects* 1862), et de celles de Macquorn Rankine, dans l'année suivante, semblent absolument ignorées de la Commission. Si elles eussent été connues, la Commission n'aurait pas témoigné sa surprise « que la durée moyenne des oscillations du roulis ait été sensiblement la même, quels que fussent l'état de la mer et la grosseur des lames, et qu'elle semble ne dépendre que de la

position du centre de gravité par rapport au métacentre. » Le fait était parfaitement et depuis longtemps connu et constaté; Froude, qui n'a publié son mémoire qu'après ses traversées sur le *Great-Eastern*, le connaissait dès ses premières études sur le roulis probable de ce navire, études faites pendant sa construction.

Une autre preuve que les études dont il s'agit n'ont pas été connues se trouve dans l'emploi fait, sans succès, par la Commission, d'un pendule, pour rechercher la position de l'axe d'oscillation d'un navire.

« L'emploi d'un pendule, dit Froude (page 41, volume III), dans l'observation des angles de roulis, ne peut conduire qu'aux plus graves erreurs » il n'en dit pas la raison, mais elle est, évidemment, que pour mesurer le centre d'oscillation d'un corps, l'instrument doit être doué de la même faculté que lui, c'est-à-dire d'une durée d'oscillation égale, et que si la durée absolue d'oscillation des deux pendules est inégale, la mesure donnera une translation quand la durée d'oscillation de l'instrument sera plus faible, et un retard quand elle sera plus grande.

On ne peut néanmoins méconnaître que les résultats annoncés par M. Bourgois des travaux de la Commission, ne soient dignes du plus vif intérêt. Mais à raison même de cet intérêt qui affecte intimement la construction navale dans ses lois les plus essentielles, combien eût-il été utile que la partie exclusivement scientifique relative à la stabilité, en eût été immédiatement connue et publiée. Il s'agit de modifier profondément les bases de l'enseignement actuel; celui-ci serait erroné sur le point fondamental des qualités nautiques des navires; n'est-ce donc pas un devoir, en pareil cas, de séparer, dans le Rapport de la Commission, la question de défense militaire de celle de

'architecture navale, et de livrer cette dernière à la publicité?

Les faits les plus intéressants de la grande expérience faite sur la flotte cuirassée ont transpiré, et sont aussi connus dans les Administrations maritimes, à l'étranger, que dans la nôtre. Il eût donc été sans inconvénient, et il eût été fort utile que le compte-rendu des faits qui intéressent la marine commerciale fût répandu.

Tous les marins ont attaché un intérêt extrême à cette expérience. Pour ceux qui ignorent comme pour ceux qui savent, cet intérêt était le même :

La faculté de l'hélice de donner à de très-grands navires une vitesse de marche rarement atteinte par la marine commerciale.

Le mouvement direct appliqué à des hélices d'une grande puissance (1,000 chevaux), animées d'une grande vitesse.

La tenue à la mer, sans fatigue, de navires à murailles en bois chargés du poids considérable de leur revêtement en fer.

Leurs mouvements de roulis et de tangage.

Leur facilité d'évolution à des vitesses variables, par les divers états de la mer et de la force motrice de la vapeur ou du vent.

C'étaient là des questions qui se résument en une seule : le progrès de la construction des grands navires.

Restreindre la publicité sur cette grave question, se montrer indifférent à répandre la lumière sur un sujet qui absorbe aujourd'hui l'attention des savants, des armateurs et du commerce de long cours, ce serait un oubli de l'intérêt public.

Nous le répéterons :

Que l'Administration de la Marine reste aussi discrète qu'elle le croit utile sur ce qui intéresse les moyens de défense ou d'attaque dont elle entend faire usage ; mais, puisqu'elle dispose du concours d'un corps savant, qu'elle fasse, dans les travaux qui

en émanent, le départ des données scientifiques qui intéressent exclusivement l'architecture navale, de celles qu'elle entend se réserver à elle-même.

C'est ce triage que nous nous sommes efforcé de faire dans les indications suivantes recueillies en partie dans des publications estimées, et en partie aux mêmes sources que le rapport sur le vaisseau *le Napoléon*, dont nous avons inséré ici de extraits.

La flotte se composait de cinq navires cuirassés : *le Solferino*, *le Magenta*, *la Couronne*, *l'Invincible* et *la Normandie*, Des vaisseaux *le Napoléon* et *le Tourville*. Le premier de ces deux vaisseaux est celui décrit note 3. Le second est un ancien vaisseau transformé, sans allongement, choisi à cause de ses bonnes qualités nautiques.

La tableau suivant indique les dimensions principales de ces navires, leur puissance mécanique et leur surface de voilure.

NAVIRES	Longueur à la flottaison	Largeur à la flottaison	Tirant d'eau moyen en pleine charge	Poids d'eau déplacée	Force nominale de la machine	Surface de voilure en voiles moyennes	Port en charbon
	m	m	m	m³	chx.	m²	tonnes
Solférino.....	86	17.28	7,89	6796	1000	1432	700
Magenta.....	86	17,28	7.89	6796	1000	1432	750
Couronne.....	80	16,70	7.60	6011	900	1622	650
Invincible....	77 89	17	7.82	5610	900	1326	650
Normandie..	77.89	17	7.90	5736	900	1471	650
Napoléon.....	71.37	16,80	7 95	5286	900	2814	650
Tourville.....	61,40	16.88	7,79	4566	650	2343	600

Vitesse a vapeur. Durée de l'expérience, quatre heures. Faible brise debout. Toutes chaudières en feu. Sans voiles. Mer presque calme.

	Puissance nominale	Vitesse en nœuds	Tours d'hélice	Consommation briquettes d'Anzin
Solférino	1000	13.85	56	5 k 102
Magenta	1000	12.80	51	4 736
Normandie	900	12.40	52	4 785
Couronne	900	12.80	53	5 »
Napoléon	900	12,10	52,5	5 260
Invincible	900	10.50	47,5	» »
Tourville	650	10 »	» »	» »

Le recul, c'est-à-dire la différence de vitesse du navire avec le chemin développé par le pas de l'hélice est donné par le tableau suivant :

NAVIRES	Pas moyen de l'hélice	Nombre de tours	Chemin développé par le pas	Vitesse des navires	Recul quantum pour 100
Solférino	8 m 80	56	493 m	428 m	13
Magenta	8 80	51	449	395	12
Normandie	8 50	52	442	383	13
Couronne	8 50	53	450	380	15,5
Napoléon	8 50	52,5	447	364	18
Tourville	9 25				

VITESSE A VOILES

NAVIRES	Déplacement en m³	Superficie de voiles en m²	Vitesse en nœuds
Napoléon	5286	2814	8 n 3
Tourville	4566	2545	7 4
Couronne	6011	1622	7 2
Magenta	6796	1432	7 2
Solférino	6796	1432	7 »
Normandie	5736	1471	6 »
Invincible	5610	1326	6 »

« Les résultats de marche et d'évolutions à la voile ont été

trouvés très-remarquables, en raison de l'exiguité de la mâture employée. Ils prouvent que si on voulait la compléter tout en la maintenant dans des dimensions très-modérées, les navires cuirassés navigueraient au besoin comme le faisaient les bons navires à voiles.

STABILITÉ

« Le moment de résistance des navires à l'inclinaison s'est trouvé plus élevé pour les navires cuirassés que pour les autres. Le tableau suivant fournit la comparaison.

NAVIRES	Déplacement en m³	Hauteur du métacentre sur le centre de carène en mètres	HAUTEUR DU CENTRE de gravité		Moment de résistance du navire à l'inclinaison kilogrammes
			Sur le centre de carène mètres	Au dessous du métacentre mètres	
Solférino . . .	6976	3.65	2,27	1.38	9.378
Magenta. . . .	6976	3,65	2,10	1,55	10.533
Couronne . . .	6011	3,56	1,86	1,70	10,219
Invincible . . .	5610	3,87	1,93	1.94	10,883
Normandie . .	5736	3.78	1.77	2.01	11,529
Napoléon . . .	5286	3,91	2.41	1,50	7.929
Tourville . . .	4506	4,12	2.50	1,62	7,397

« Les navires cuirassés pourraient, on le voit par la différence des moments de résistance à l'inclinaison, porter plus de voiles, tandis qu'ils sont moins voilés, dans le rapport de 1 à 0,57.

« *La Normandie* présente le plus de résistance à l'inclinaison, parce que son centre de gravité est le plus bas; pour la raison contraire, *le Solférino* en présente le moins.

TANGAGE

Les navires cuirassés, marchent debout à la lame avec des tangages modérés; à 10 nœuds, en grosse mer, aucun n'embarque d'eau, tandis que *le Napoléon* fait des avaries sur l'avant. Dans un fort coup de vent par des lames de 9 à 10 mètres

de hauteur, les navires placés debout à la lame, mais à faible vitesse, se sont maintenus sans difficulté, sans fatigue et sans embarquer d'eau.

ROULIS, AMPLITUDE, DURÉE

« Les roulis de tous les navires cuirassés sont d'une douceur remarquable, ils s'opèrent sans secousse par les plus gros temps et sans aucune fatigue pour la charpente du bâtiment.

« La durée du roulis indiquée par le nombre d'oscillations par minute, est très-sensiblement constante pour chaque navire à un même état de chargement, tant qu'il ne porte pas de voiles et quels que soient d'ailleurs, l'état de la mer, la hauteur et la rapidité de succession des lames. Par les plus petits roulis comme par les plus grands, avec leur chargement complet de charbon, le nombre d'oscillations par minute d'un bord sur l'autre est celui indiqué au tableau suivant :

NAVIRES	Moment de résistance du navire à l'inclinaison	INCLINAISONS		Nombre des oscillations du roulis par minute
		Circonstances de mer les plus ordinaires sur l'Océan, houle assez forte du travers sans voiles	Houle forte du travers sans voiles	
	k.	Degrés	Degrés	
Solférino . . .	9378	1/2°	17° 1/2	9,8
Tourville . . .	7393	2° »	20° »	10,8
Napoléon . . .	7929	2° 1/2	18° 1/2	10,2
Magenta. . . .	10523	3° «	18° «	10.»
Couronne . . .	10219	7° »	18° 3/4	12,2
Invincible . . .	10883	9° 1/2	20° 1/2	12.4
Normandie . .	11529	11° »	21° 1/2	12,6

« *Le Solférino* tenant le travers par la plus forte mer, machine stoppée, gouvernant avec une seule petite voile triangulaire sur le mât d'artimon, insuffisante pour tenir la cape sans

l'aide de la machine, a atteint jusqu'à 55 degrés d'amplitude totale d'un bord à l'autre sans embarquer une quantité d'eau notable.

Dans ces mouvements, la durée d'oscillation étant de 6 secondes, l'arc développé par les pavois du navire avait plus de 8 mètres d'étendue, ce qui donne une vitesse de $1^{m}33$ par seconde. *La Couronne*, dont la durée d'oscillation est de $4''$ 9, avait une vitesse de $1^{m}63$. Nous avons vu que cette vitesse était de $1^{m}80$ pour *le Great-Eastern* à une inclinaison totale de 40 degrés, qu'il ne paraît pas avoir dépassée, et qu'elle était de un mètre pour les paquebots transatlantiques à la même inclinaison qu'ils atteignent rarement.

« Les cinq navires cuirassés se classent entre eux pour les amplitudes de roulis dans l'ordre qu'ils occupent dans le tableau page 410, qui est celui de leur stabilité sur eau calme. Ceux qui présentent le plus de résistance à l'inclinaison sur eau calme, étant ceux qui roulent le plus, *cela prouve que pour ces derniers le centre de gravité est plus bas qu'il ne convient.*

« L'amplitude des roulis de *la Couronne* est plus grande quand cette frégate a son chargement complet de charbon, lequel est dans la cale.

« C'est la première fois que se produit, par l'observation, cette conséquence de la situation du centre de gravité. Son abaissement, qui produit toujours des rappels de plus en plus vifs, donne lieu à des amplitudes de roulis plus considérables. *La Normandie*, dont le moment de résistance à l'inclinaison est de 11529, avait eu 4 degrés de plus d'inclinaison que *le Solférino* dont le moment de résistance n'est que de 9,378. On reconnaît cependant que ce fait est moins caractérisé que celui de la durée des oscillations qui semble ici en raison inverse des moments de résistance. Mais comme il en devait être de même de

l'amplitude des oscillations, le fait semble acquis et il appelle l'attention au plus degré.

Peut-être se produit-il un effet de vitesse acquise résultant de la vivacité même du rappel ; c'est la première interprétation qui se présente. « De cette propriété intéressante de chaque navire de mettre un temps à peu près toujours le même pour exécuter son mouvement de roulis, quelle qu'en soit d'ailleurs l'amplitude, il résulte que cette amplitude elle-même est très-influencée par le plus ou moins de concordance qui s'établit entre la succession des lames et la durée propre du roulis du navire. C'est au moment où la concordance s'établit entre l'impulsion des lames et les mouvements du navire que les roulis atteignent leur maximum, et ces concordances sont d'autant plus fréquentes et plus prolongées, que la durée du roulis et celle de la succession des lames se rapprochent le plus de l'identité. C'est par ces causes qu'on explique que par une houle longue et lente dont les ondulations se succédaient à raison de 5 par minute seulement, au lieu de 6 à 7, qui étaient habituelles, les navires à oscillations rapides prenaient une inclinaison moindre, tandis que cette houle concordant plus souvent et plus longtemps avec les mouvements des navires à oscillations lentes, les faisait rouler davantage.

L'Invincible, prenait alors une inclinaison de 3°6, tandis que celles du *Solférino* étaient de 5°8. Ce fut là une journée et un fait exceptionnels. Les roulis, d'ailleurs, ont été nuls en tout temps, non-seulement quand la direction de la route faisait prendre la houle de l'avant, mais encore quand on la recevait de l'arrière. L'allure debout est donc celle qui convient le mieux pour lutter contre un coup de vent, en réduisant la vitesse à mesure que la lame devient plus creuse et plus violente.

» Il n'est pas de temps que ces navires ne puissent ainsi bra-

ver impunément sans fatigue pour la coque, le personnel et le matériel.

» S'ils sont dans la nécessité de faire une route différente, ils le peuvent sans inconvénient en s'aidant de leurs voiles de cape ou autres, suivant la violence du vent; ils feront ainsi bonne route à la vapeur, en prenant la lame à 4, 5 et 6 quarts avec des mouvements doux et sans embarquer d'eau, autrement que par embruns.

» Si on veut les conserver le travers à la lame, dans la situation où se produisent les plus grands roulis, leurs voiles peuvent être augmentées pour les modérer. Ils peuvent cependant, sans cela, supporter cette allure sans avarie autre que des embarcations emportées par la mer.

» *La Normandie* a, seule, gouvernant avec la lame de travers pendant la plus grosse mer, embarqué quelques paquets d'eau par dessus les bastingages, près le mât d'artimon. Les logements du faux pont, dont les capots étaient restés ouverts, ont été inondés. Ce navire est, de tous, celui dont les mouvements de rappel contre la lame sont les plus intenses, inconvénient facile à corriger.

» Il est toujours facile d'opérer, même par les plus gros temps, le mouvement d'arrivée, et, une fois la lame de l'arrière, les navires n'ont rien à craindre, quelque haute qu'elle soit, car elle soulève leur arrière avec une aisance parfaite. Ils peuvent ainsi fuir devant le temps, soit à la vapeur, soit à la voile. »

Peut-être les lignes qui précèdent et l'exposé de Bourgois laissent-ils à désirer au point de vue de la clarté sur certains termes de la théorie du roulis. Tâchons de donner aux faits plus de consistance en les encadrant dans les lois qui les dominent :

Les résistances qu'un navire éprouve pour accomplir son mouvement oscillatoire sont de plusieurs natures.

La première, la moindre, c'est celle du frottement de sa surface dans l'eau. Elle est du même ordre que celle qu'éprouve l'eau qui coule contre les parois d'un canal ou dans des tuyaux de conduite.

La seconde est celle qui provient du déplacement de l'eau par l'oscillation même. Au premier coup d'œil, cette résistance pourrait être partagée en deux, l'une attribuable au mouvement de la quille qui doit rencontrer une résistance égale au carré de sa surface, et dont le déplacement produirait une quantité de travail égale au cube de sa surface multiplié par sa vitesse de déplacement. C'est là sans doute l'effet qui recommande l'emploi de quilles parallèles espacées, pour les navires dont il est difficile de corriger autrement l'amplitude de roulis.

L'autre source de résistance est dans le déplacement même des volumes d'eau équivalents aux cônes d'immersion résultant des formes du navire. La résistance à l'immersion est alors fonction du volume d'eau déplacée, et le travail est représenté par ce volume, multiplié par la vitesse de déplacement ou plutôt par la hauteur de chute à laquelle correspond cette vitesse. Elle est de la même nature que la précédente.

Si on représente ces deux résistances par deux courbes, la première sera régulière, comme l'accélération même due à des impulsions successives et analogues; et la seconde s'élèvera dans le rapport du cube des accroissements de la vitesse d'oscillation.

Il est facile de comprendre, d'après cela, que la première courbe qui représenterait l'accumulation résultant des impulsions imprimées par les plans inclinés successifs des vagues synchronisant avec l'oscillation naturelle du navire, ne peut s'inscrire dans la seconde courbe, puisque l'origine et la nature des quantités de mouvement produites n'est pas la même.

D'un autre côté, et suivant la remarque très-ingénieuse de Froude, quand même l'identité dans la période d'oscillation du navire et des ondulations serait continue, il n'en résulte ni l'accroissement, ni l'accumulation des forces tendantes à l'augmentation d'amplitude de l'oscillation. Comme les plans inclinés causés par l'ondulation ont une dimension maximum, aussitôt que celle-ci est atteinte, l'accélération du mouvement oscillatoire s'arrête. Son amplitude peut alors se maintenir, mais rien ne peut l'accroître.

Quant à l'artifice de relever le centre de gravité pour diminuer l'amplitude du roulis, Froude et Macquorn Rankine l'avaient signalé. Cette disposition ayant pour résultat d'accroître la durée de l'oscillation, ils avaient fait remarquer que plus la période d'oscillation naturelle du navire est longue, moins se présente pour lui l'occasion de rencontrer, dans l'état de la mer, une périodicité analogue dans la succession des ondulations.

Froude discute les deux moyens d'allonger la période d'oscillation naturelle d'un navire; l'un, consistant à relever le centre de gravité, l'autre, à augmenter le rayon de gyration, et il poursuit la comparaison entre les navires où le rayon de gyration est au maximum, qui sont les navires cuirassés, et les navires non cuirassés, où l'artillerie est placée au centre. Les conclusions se pressentent : Dans le premier cas, les moments des poids placés à l'extrémité du rayon de gyration donnent à l'oscillation une régularité qui se maintient parce qu'elle représente de fortes quantités de mouvements. Le navire oscille pendant plus de temps. Ce moyen peut donc avoir de graves inconvénients. Mais il y en a d'autres à relever le centre de gravité, c'est-à-dire à diminuer la hauteur métacentrique, et le principal serait d'avoir un navire doué d'une sensibilité d'oscillation telle qu'une très-faible agitation de la mer lui imprimerait un mou-

vement léger, sans doute, peu ample, mais continu. Macquorn Rankine a très-bien fait ressortir cet effet, et la Commission française a sanctionné, sans s'en douter, la théorie de ces savants, en témoignant la surprise que les navires qui, par l'état le plus violent de la mer, étaient ceux dont l'amplitude de roulis était la moindre, étaient également ceux dont la période naturelle d'oscillation était la plus longue, tandis que par une houle longue et lente dont la période oscillatoire se rapprochait le plus de la leur, ils n'avaient plus la même supériorité.

Ils se présentaient alors dans l'ordre suivant :

Intervalle de successions des vagues. 9″,25 — 12″ Succession des plans inclinés..... 4″,62 — 6″			LONGUE HOULE	
Ordre suivant la durée de l'oscillation.	Durée de l'oscillation naturelle.	Mer violente — Inclinaison	Ordre suivant l'amplitude de l'oscillation.	Inclinaison
Solférino	6″	17° 1/2	*Invincible*	3°,6
Magenta.	6	18	*Couronne*	4,1
Napoléon.	5,97	18 1/2	*Normandie*	5
Couronne.	5,54	18 3/4	*Napoléon*	5,5
Tourville	4,90	20	*Tourville*	5,6
Invincible	4,83	20 1/2	*Magenta.*	5.7
Normandie	4.80	21 1/2	*Solférino*	5,8

Ces chiffres comparés démontrent bien simplement que l'angle d'inclinaison a été d'autant plus fort, dans le roulis, que l'identité se produisait le plus dans la durée des deux périodes d'oscillation, celle qui est la période naturelle du navire, fonction invariable de ses conditions géométriques et dynamiques, et celle qui résulte à la fois de la vitesse de propagation des ondulations et de la distance entre leurs sommets.

Des deux éléments dont le produit constitue le moment de résistance du navire à l'inclinaison, l'un étant la hauteur du

métacentre au-dessus du centre de gravité, l'autre le déplacement du navire, il en découle, dans la relation avec la durée d'oscillation du navire, qu'à déplacement égal celle-ci s'accroît en raison inverse de la hauteur métacentrique. Il en découle encore que l'accroissement des dimensions, c'est-à-dire du déplacement, permettant une hauteur métacentrique plus faible, conduit à accroître aussi la durée d'oscillation naturelle du navire, et par conséquent à lui donner l'une des qualités les plus estimées de navigation et de comfort, et de plus toutes les qualités de combat qui peuvent résulter de l'insensibilité d'un navire à l'état de la mer. Il est utile de mettre les termes de cette démonstration en présence.

NAVIRES	Position du centre de gravité au-dessous du métacentre	Déplacement du navire chargé	Moment de résistance à l'inclinaison	Durée de la période naturelle d'oscillation
	m.	tx.	k.	
Solférino	1,88	6976	9378	6",1
Magenta	1,55	6976	10533	6 "
Napoléon.	1,30	5286	7929	5,27
Couronne.	1,86	6044	10219	5,54
Tourville.	1,02	4566	7397	6,90
Invincible	1,94	5610	10883	4,93
Normandie.	2,01	5736	11529	4,80

Les ingénieurs anglais ont, dans cette direction d'idées, réduit la hauteur métacentrique du navire cuirassé *l'Achilles* à 0m91, et cela a causé d'abord une grande émotion. Mais ce navire, dont la longueur est de 116 mètres et la largeur 17m75, a un énorme déplacement, (9,484 tonnes,) et son moment de résistance à l'inclinaison devient alors plus considérable que celui de navires de moindre déplacement ayant une hauteur métacentrique plus grande. Il peut porter plus de voiles, la période naturelle d'oscillation sera plus lente : toutes conditions favorables.

C'est ainsi que l'accroissement des dimensions conduit à la supériorité des conditions nautiques.

Solidité de la coque. Elle a été trouvée supérieure en tous points à celle des anciens vaisseaux.

Évolutions. Les rayons des circonférences diminuent d'abord rapidement à mesure que les angles de barre augmentent, jusqu'à concurrence de 25°, après quoi les rayons diminuent moins pour un même angle de barre. La circonférence décrite par le navire est très-peu influencée par sa vitesse. Cependant on paraît tourner un peu moins court en allant plus vite. Le rayon minimum obtenu avec l'angle maximum de la barre de chaque navire, a donné les résultats suivants :

NOMS DES NAVIRES	RAYON	LONGUEUR DE LA COQUE
Tourville	255 mètres	61m 40
Napoléon. — Couronne	300 d°	71m 87 et 80m
Invincible. — Normandie	320 d°	77m et 89m
Magenta. — Solférino	380 d°	86m

Les différences que présentent les navires cuirassés avec les grands paquebots transatlantiques sont utiles à signaler :

Les premiers sont doués, par leur largeur, d'une très-grande stabilité de forme. Le moment de cette stabilité croissant comme le cube des ordonnées de la flottaison, une faible augmentation de largeur du bâtiment devient une cause d'augmentation considérable de stabilité.

Mais cet excès de stabilité de forme, nécessaire pour élever le centre de gravité aussi haut que possible au-dessus du centre de carène, afin de placer l'artillerie dans la meilleure situation pour le tir, donnerait, sans cette dernière disposition, des roulis

violents, secs, et de trop faibles durées d'oscillation. Force est alors d'abaisser le centre de carène par un tirant d'eau considérable. Il atteint donc 8 mètres, et il devient incompatible avec nos ports de commerce sur l'Océan. Le tirant d'eau ne peut guère atteindre 7 mètres au Havre, sans astreindre les navires à ne sortir du port que par les marées de vives eaux, afin de trouver 8 à $8^{m}50$ sur la barre.

Saint-Nazaire est dans le même cas. Bordeaux est encore plus mal partagé.

Cette cause capitale des différences de dimensions dans la constitution géométrique des coques des navires de guerre et du commerce suffit pour démontrer combien l'étude des paquebots du commerce diffère de celle des navires de la marine militaire. Pour le même déplacement, le *Péreire*, comparé au *Napoléon*, a en longueur, à la flottaison, $33^{m}78$ de plus, $3^{m}47$ de moins en largeur, et $1^{m}25$ de moins en tirant d'eau.

Cependant *le Péreire* a une durée d'oscillation égale à celle du *Napoléon* et des angles de roulis analogues ; son tangage a moins d'amplitude en charge, parce que les poids sont plus ramenés vers le centre et ont moins de moment.

Dans la construction des vaisseaux à deux ponts, dont la hauteur totale est dictée par celle de l'ouverture des sabords de la batterie basse, par l'espace nécessaire entre les ponts des deux batteries et par l'épaisseur des ponts eux-mêmes, on voit que la saillie sur la mer est plus forte que celle des paquebots.

Le métacentre relevé laisse encore une distance telle entre lui et le centre de gravité, que celle-ci, multipliée par le déplacement, produit un moment de résistance considérable à l'inclinaison.

L'enseignement que nous pouvons recueillir de ces faits a la plus haute portée. Il démontre que si nos ports de commerce offraient un tirant d'eau plus considérable, les dimensions des

paquebots pourraient suivre les besoins de vitesse postale et les développements du trafic.

Cet avenir n'est offert à nos entreprises qu'à cette condition.

Approfondissons et étendons les ports, et on pourra construire des navires dont la largeur atteindra 16 à 18 mètres, dont le tirant d'eau sera de $8^{m}50$ à $9^{m}50$; qui, fortement consolidés par un cloisonnage longitudinal et transversal, pourront avoir des longueurs de 125 à 130 mètres à la flottaison, et seront plus solides encore que ceux d'aujourd'hui.

Les parois de la carène seront cellulaires.

Les dangers de collision, ou plutôt les conséquences périlleuses de collisions, seront nulles pour ces navires, et les risques d'échouage n'atteindront jamais les personnes. La subdivision par les cloisonnements verticaux et longitudinaux ne permettra pas le développement de l'incendie.

Ces navires auront une hauteur de pont sur l'eau de 7 mètres et, avec les pavois, de $9^{m}25$, ce qui les mettra à l'abri des coups de mer. Ils pourront porter sur le pont des roofs spacieux où les accès de lumière et de circulation seront horizontaux et de plain-pied. Leur durée d'oscillation pourra être de moitié plus longue que celle des paquebots actuels, de sorte que, soit par l'ampleur et la commodité des installations, soit par la lenteur et souvent par l'absence de mouvement, le confort des voyageurs sera singulièrement accru.

L'accroissement de marche qui résultera de ces grandes dimensions sera considérable. Il pourra dépasser d'un nœud la plus grande vitesse actuelle.

En outre de l'extension de nos ports, de l'élargissement et de l'approfondissement de leurs accès, il convient de réserver, sur les quais des bassins, des emplacements pour les besoins des

services réguliers, en dépôts d'approvisionnements, et ateliers d'entretien courant.

L'exemple donné par la création, à Southampton, de vastes établissements de ce genre, a eu les conséquences les plus significatives. De nombreuses et puissantes Compagnies de Navigation transocéanienne y ont pris domicile, et un vaste foyer industriel a surgi entre leurs mains.

Nous n'avons, en France, rien de comparable pour les installations des services transocéaniens au port de Southampton qui n'est cependant, en Angleterre, qu'au troisième rang sous ce rapport.

Il n'y a pas de conséquence plus certaine à tirer de la comparaison des progrès accomplis dans la marine militaire et dans la marine commerciale, que la nécessité de doter nos ports commerciaux d'établissements en rapport avec l'accroissement continu des dimensions des navires.

APPENDICE

SOMMAIRE :

§ 1 Modifications au matériel naval des compagnies transatlantiques anglaises pendant 1865, et pendant les premiers mois de 1866.

§ 2. Étude de l'Amirauté Anglaise relative à l'établissement d'une ligne de transport de militaires, entre l'Angleterre et l'Inde.

§ 3. Formule des contrats postaux en Angleterre (Royal Mail company, Compagnie Péninsulaire et Orientale).

§ 4. Nouvelles études du Gouvernement Anglais, pour étendre et améliorer le service postal transatlantique.

§ 5. Subventions payées par les Gouvernements Anglais et Français, pour les services postaux maritimes.

§ 1er.

MODIFICATIONS ET EXTENSIONS APPORTÉES AU MATÉRIEL NAVAL DES COMPAGNIES TRANSATLANTIQUES ANGLAISES EN 1865 ET DANS LES PREMIERS MOIS DE 1866.

	Date de la Construction	DIMENSIONS			TONNAGE		PUISSANCE en chevaux
		Longueur	Largeur	Creux	Non compris l'espace de la machine	Brut	
ROYAL MAIL COMPAGNIE							
Oublis (p. 36 t. II.							
Trent . . . bois, à roues.	1844	212	32,8	30	1236	1857	450
Parana . . d°	1851	300	36,8	33,4	1720	2730	800
COMPAGNIE CUNARD							
Dimensions rectifiées (t. II 424)							
Jura. . . . . fer, hélice.	1865	337.1	42.9	19,4	1701	2596	600

	Date de la Construction	DIMENSIONS Longueur	Largeur	Creux	TONNAGE Non compris l'espace de la machine	Brut	PUISSANCE en chevaux
Additions (1866).							
Morocco. . fer, à hélice.	1861	275.5	36, 1/2	25.8	1278	1782	250
Aleppo . . d°	1865	292,5	38,2	26.2	1459	2037	280
Tariffa . . d°	d°	292.5	38,2	26,2 1/2	1459	2038	280
Buffalo . . d°	d°	241,1	26,3	13.4	479	675	280
Llama. . . d°	d°	241,1	26,3	13,4	479	675	280
Malta . . . d°	d°	303,1	39,3 1/2	25	1451	2132	280
Navires disparus de la liste.							
Lynx	1854	213,5	23,6	13,3	314	499	240
PÉNINSULAR ET ORIENTAL COMPANY							
Additions (p. 434 t. II).							
Néphon. . . Fer ,hélice.	1865	232,7	26,6	16,1	529	695	140
Navires disparus de la liste.							
Valetta . . . Bois, roues.	1852	225 »	27,6	17	570	831	400
Vectis. . . . d°	d°	229.5	30.4	16,9	473	751	260
Ottawa . . . Fer, hélice.	1863	238.8	29,2	23,8	815	1275	200
Coria . . . . d°	1864	226,8	27,»	15 4	414	640	210
Columbian . d°	1855	307,4	38,4	25,7	1436	2112	320
INMAN LIVERPOOL, etc.							
(Page 473 t. II).							
Dimensions rectifiées.							
City of New-York. Fer, hélice.	1861	294,8	39,3	18,4	1474	2034	350
Additions.							
City of Durham. Fer, hélice.	1865	204,1	28,8	16,6	538	697	120
BRITISH INDIA							
(P. 474 t. II).							
Additions.							
Asia . . . . Fer, hélice.	1865	274,8	34,2	17,1 12	1208	1579	250
Mahratta. . d°	d°	227,4	26,3	16,	585	742	120
Martaban. . d°	d°	193,4	26,0 1/2	14,5 1/2	390	515	110
WEST INDIA ET PACIFIC							
(Page 474 t. II).							
Additions.							
Saint-Thomas. . Fer, hélice.	1863	236	31,2	17,4	998	1246	150
Californian. . . d°	1865	274,9	34,5	22,3	1287	1832	200
WestIndian . . d°	1865	278,2	34,2	21,9	1278	1805	200
American . . . d°	1865	274,9	34,5	22,3	1286	1831	200
Darien. . . . . d°	1863	204,5	31,6	16,8	907	1172	130
Cuban . . . . . d°	1865	248,7	31,7	19,8	908	1334	120
Venezuelan. . . d°	1865	259,5	32,1	21,5	1348	1682	160

	Date de la Construction	DIMENSIONS Longueur	Largeur	Creux	TONNAGE Non compris l'espace de la machine	Brut	PUISSANCE en chevaux
Navires disparus de la liste.							
Granadian. . Fer, hélice.	1864	264,2	34,5	18,2 1/2	1284	1284	300
Barbadian. . do	1856	220,1	29,5	22,7	725	725	140
PACIFIC STEAM NAVIGATION COMPANY (Page 474 t. II). Additions.							
Peruano. . . Bois, roues.	1860	181,5	29,5	11,5	404	629	250
Chille . . . . Fer, roues.	1863	274,9	36,»	15,1	1174	1672	400
Paytard. . . do	1864	263,7	38,4	14,9	997	1344	400
Pacific . . . do	1865	267,4	40,2	17 »	1174	1631	450
Limena . . . do	do	267,2	40,2	17,6	1162	1622	400
Santiago . . do	do	267,»	40,2	17,6	1161	1619	400
UNION SCREW COMPANY (T. II p. 475). Additions.							
Mauritius. . Fer. hélice.	1864	210,»	26,4	15,2	442	587	120
Natal. . . . do	1865	205.9	27,8	15,h	487	618	100
Norseman. . do	do	262,8	32,2	16,5	960	1245	220
Navires disparus de la liste.							
Athens . . . Fer, hélice.	1856	224,»	30,1	16,»	503	739	130
NATIONAL STEAM NAVIGATION COMPANY Dimensions rectifiées (Page 475 t. II).							
Scotland. . . Fer, hélice.	1855	382,»	43,2	21,»	2940	3699	400
Queen . . . . do	do	381,1	42,4	21,2	2811	3517	400
CALCUTTA AND BURNAH, etc. (T. II page 476). Additions.							
Baltic . . . . Fer, hélice.	1854	185,2	26,4	14,4	338	497	100
Rangoon. . . do	1860	204,6	27,3	14,8	354	549	120
AFRICAN STEAM NAVIGATION COMPANY Dimensions rectifiées. (T. II p. 476).							
Athénian. . . Fer hélice.	1854	243,»	31,»	21,2	686	1094	200
Additions.							
Macgregor Laird. Fer, hélice.	1862	249.7	30,8	19,2	689	969	200
Calabar. . . . do	1864	260,5	31,4	19,2	816	1122	250
Navires disparus de la liste.							
Armenian. . Bois, roues	1855	243,3	30,5	20,5	763	1075	200

§ II.

ÉTUDE DE L'AMIRAUTÉ ANGLAISE, RELATIVE A L'ÉTABLISSEMENT D'UNE LIGNE DE TRANSPORT DE MILITAIRES ENTRE L'ANGLETERRE ET L'INDE.

L'Amirauté Anglaise a commandé, en 1865, pour être exécutés en vingt-six mois, cinq navires en fer, à hélice, de 4,173 tonnes de jauge et de 800 chevaux de force motrice, disposés pour recevoir 1,450 militaires et pour les transporter entre l'Angleterre et les Indes par Suez.

Leur longueur est de	110m
Leur largeur	15
Leur creux	9 05

Ces navires doivent avoir aux essais une vitesse de 14 nœuds par heure, « nécessaire, dit le rapport, pour garantir 8 à 10 nœuds en marche habituelle. »

Ils doivent être à double fond (double bottom), c'est-à-dire à construction cellulaire, comme le *Great-Eastern*, le vaigrage formant la paroi intérieure des cellules étant, à la fois, étanche et résistant comme le bordé. « Cette condition est tout à fait indispensable pour des navires destinés à transporter des militaires. »

« Les mâts doivent être en fer. »

« La ventilation sera superieure à ce qui se fait habituellement. »

« Ils doivent porter du charbon pour 13 jours de mer, soit 1,409 tonnes. »

Un petit nombre de constructeurs a été admis à concourir à l'exécution.

Ce sont, pour les coques : MM. Napier, Palmer, Langley et Laird; et pour les machines : MM. Humphry, Maudslay, Laird et Napier.

La commande a été répartie comme suit :

NOMS DES NAVIRES	CONSTRUCTEURS	Machines coques (1).	PRIX	Délai d'exécution
Malabar.	Napier.	Coque et machines	4.926.275 fr.	26 mois
Euphrates. . . .	Laird.	d°	4.939.117	26 »
Jumna	Palmer.	d°	4.941.955	22 »
Crocodile	Wigram.	d°	4.783.397	26 »
Serapis	Thames Iron Cy.	d°	4.820.597	26 »

La surveillance de la construction a été organisée suivant les habitudes ordinaires de l'Amirauté.

« Un ingénieur en chef, assisté d'un dessinateur, en concentre la direction. Son personnel se compose, dans chaque atelier, d'un surveillant dont le traitement annuel est de 8,200 francs; d'un assistant spécial pour la tôlerie (Boiler Maker) au traitement 4,550 fr.

« Le travail de ce genre, chez MM. Palmer (*tyne*), exigeant une surveillance beaucoup plus stricte que les constructions sur la Tamise, la Mersey et la Clyde, deux de ces agents spéciaux y assistent le surveillant principal. »

« La surveillance coûte ainsi annuellement 100,250 fr., ce qui est modéré en face de contrats dont la somme s'élève à 18,900,000 fr. environ. »

Deux de ces navires feront les transports d'Angleterre à Alexandrie et retour.

Les trois autres entre Suez, Bombay, Calcutta, Madras et Kurrachée.

(1) Les documents officiels se taisent sur le nom des constructeurs des machines qui, tels que le *Thames Iron* Compagnie, et MM. Wigram n'ont pas d'ateliers de construction.

Le nombre d'hommes à transporter annuellement avait été calculé de la manière suivante :

d'Angleterre aux Indes :	
Recrues	6 000
Changement de garnison, 5 régiments	5 000
Femmes et enfants	1 100
	12 100

Des Indes en Angleterre :

Invalides 3 pour cent	1 800
Congédiés par expiration du temps de service, 2 pour cent	1 200
Rappel de 5 régiments	2 250
Femmes et enfants	245
	5 774

Ces transports exécutés par le Cap et par navires à voiles coûtaient annuellement environ 8,850,000 fr.

Ces chiffres constatent un effrayant déficit dans le personnel envoyé aux Indes. Ce n'est donc pas seulement une économie que veut réaliser l'Amirauté en employant la ligne de Suez.

« C'est aussi la conservation du soldat, dont la santé n'est affectée que par un trop long séjour aux Indes et qui se guérit rapidement dans la mère-patrie de maladies qui deviennent mortelles, si son retour n'a pas lieu en temps opportun. C'est là ce qui crée un intérêt urgent à organiser des moyens de transport rapides et fréquents. Il s'agit de renouveller plus fréquemment l'armée des Indes, les mêmes hommes pourront ainsi y retourner plusieurs fois. »

« La France a donné cet exemple. Le transport des troupes destinées à l'Indo-Chine s'accomplit par des bateaux à vapeur, soit en mer, soit à travers l'Egypte, dans des conditions de santé pour le soldat, de rapidité, d'ordre et d'économie, telles que l'Angleterre ne peut mieux faire que de l'imiter. »

« Dans l'espoir que la mortalité sera en grande partie évitée, le calcul du nombre d'hommes à transporter se modifie comme suit :

	d'Angleterre aux Indes.	des Indes en Angleterre.
Officiers	334	280
Soldats	7 200	7 200
Femmes	863	470
Enfants	1 246	705
	9 643	8 655
	18 290	

On voit que le nombre des militaires expédiés par la Métropole sera en réalité moindre et les retours plus nombreux. La différence entre l'ancien état de choses et le nouveau est gagnée par la préservation de la vie du soldat.

L'Amirauté explique brièvement pourquoi elle ne confie pas ces transports, soit aux navires disponibles appartenant à l'Etat, soit à l'industrie privée, ou aux navires postaux de la Compagnie Péninsulaire et Orientale.

« C'est que les navires de transport militaire, tels que *l'Hymalaya*, *l'Oronte* et *le Tamar*, sont mal aménagés pour le service des Indes. »

« Que les navires des Compagnies se prêtent mal à des transports réguliers, par masses, avec mélange de malades, de femmes et d'enfants, qui exigent des installations toutes spéciales. »

Il y a lieu de croire que le vrai motif est dans les éventualités qui pèsent sur ces transports militaires et dans l'impossibilité de demander à l'industrie, sans un très-large subside, une émission de capital aussi importante que celle qui est nécessaire pour la construction des navires.

Il est probable aussi que, lorsque les navires seront construits,

l'Amirauté trouvera avantage à en donner l'exploitation à une Compagnie, moyennant un subside de beaucoup inférieur à ses prévisions de dépense.

C'est le compte de ces dépenses qui nous intéresse particulièrement.

Le capital nécessaire est calculé à 1,046,500 L. S. (26,424,125 f.), savoir :

2 Navires, Océan et Méditerrannée.	10 100 000 fr.
3 navires, mers des Indes.....	15 150 000
Voyage de ces trois navires, d'Angleterre aux Indes, par le Cap, pour se rendre à destination.	1 027 675
remorqueurs à 50,500 francs.....	101 000
12 canots à 3,787 fr. 50 cent.....	45 450
	26 424 125 fr.

Le compte suivant est établi pour l'emploi des cinq navires pendant une année ; mais, par une disposition dont nous n'apercevons pas l'opportunité, l'amortissement de 4 pour 100, l'intérêt de 5 pour 100, l'assurance de 5 pour 100 et l'entretien de 8 pour 100, qui sont comptés à 22 pour 100, par an, ne sont répartis que sur la durée du service, soit 3/5 de l'année pour les deux navires de l'Ouest, et 3/5 de l'année pour l'assurance des trois navires d'Orient.

Cela réduit à 3,085,524 fr. une dépense qui devrait être comptée annuellement pour 5,807,500 fr.

Il est probable que, l'on a supposé que, dans les intervalles d'inaction, les navires seraient employés à un autre usage qui supporterait la différence entre ces deux chiffres.

Le premier article de dépense est l'AMORTISSEMENT du capital de 26,423,125 fr.

Il est compté à 4 pour 100 par an sur la durée du service, 3/5 de l'année..... ...	895 365 fr. »

L'INTÉRÊT ANNUEL à 5 pour 100 du capital non amorti, pour la durée du service	581 987 fr.	25
L'ASSURANCE à 5 pour 100 du capital, pendant les 3/5 de l'année (durée du service).....	396 172	50
L'ENTRETIEN est compté à 8 pour cent sur 25,250,000 fr. et pour les 3/5 de l'année.....	1 212 000	»
ÉQUIPAGE (*Salaires et nourriture.*)		
Ce chiffre a été calculé, pour les navires de l'Ouest, d'après les dépenses de l'*Hymalaya* transport de l'État, et pour ceux de l'Inde, en ajoutant 40 pour 100 aux salaires des Européens, et en comptant les natifs à 40 fr. par homme et par mois; la nourriture des Européens à 1 fr. 26 par jour et celle des natifs à 0 fr. 63.....	954 323	75
COMBUSTIBLE.		
Il est compté à 29 fr. la tonne pour les navires de l'Ouest et à 75 fr. 25 pour les navires en Orient; à 5kil par force de cheval et 4,000kil par heure de marche.....	2 205 940	»
On suppose 99 jours de mer par navire de l'Ouest et 75 jours dans l'Inde. Un parcours total de 47600 milles dans l'Océan et la Méditerranée, et 54250 dans la mer des Indes.		
LITERIE.		
Ce compte suppose une fourniture neuve chaque année avec déduction d'un tiers remis en état de servir.....	315 877	50
ENTRETIEN DES OFFICIERS, NOURRITURE.		
Calculé à 8 fr. 16 par tête et par jour dans la Méditerranée et à 12 fr. 60 dans l'Inde.....	232 931	25
NOURRITURE DES MILITAIRES, FEMMES ET ENFANTS.		
Calculée d'après les antécédants.....	773 180	25
Gages et nourriture des équipages des remorqueurs.....	42 369	50
Transit de Suez à Alexandrie.....	1 028 432	50
Administration générale.....	252 500	
	8 890 979	50

Soit, par individu, 513 fr. 20 cent.

« Comparant cette dépense à celle que coûte le transport par le Cap, en y joignant l'économie faite sur la paye des militaires pendant les deux trajets comparés, le calcul produit une économie, par individu, de 85 fr. 45.

Rapportés à un mille parcouru, les calculs ci-dessus donnent pour résultat une dépense de 74 fr. 32. Savoir :

Parcours total, 101,850 milles marins.

Amortissement	895 365 fr.
Intérêt annuel	581 987 22
Assurances	396 172 50
Entretien	1 212 000
Équipage	954 323 75
Combustible	2 205 940
Literie	315 877 50
Nourriture des militaires	1 006 111 50
	7 567 776 50

Le document officiel, d'où les calculs qui précèdent sont extraits, offre l'exemple intéressant des méthodes employées par le Gouvernement Anglais pour l'instruction d'une affaire.

La question y est envisagée sous le seul point de vue de la comparaison entre la ligne du Cap et celle de Suez, les avantages de cette dernière route se résument dans la conservation de la vie de près de 5000 hommes (1), et en un chiffre d'économie de 3,100,000 fr. par an; ces avantages sont tels que l'on ne peut qu'être surpris que l'Angleterre ait attendu tant d'années pour se décider. L'instruction seule de ce projet a duré six années (elle a commencé le 22 février 1860).

Mais deux circonstances expliquent à la fois le retard de l'Angleterre à adopter la voie de Suez, et sa détermination de

(1) Par la voie de Suez, on compte ne perdre par an que 988 individus; par la voie du Cap on comptait que, sur 12,100 hommes partis, il en revenait 5,774.

renoncer à la voie du Cap; l'une est l'animadversion apportée par le parti politique Anglais dont le duc de Palmerston était le chef, contre le percement de l'Isthme de Suez, qui faisait refuser à la voie d'Égypte toute consécration officielle; l'autre, c'est la crainte que le passage des troupes Françaises, par l'Isthme de Suez, organisé régulièrement, donnât à la France une certaine supériorité sur l'Angleterre, sur ce point du globe.

La combinaison nouvelle s'améliorera encore par le percement de l'Isthme de Suez, qui épargnera à l'Angleterre le million qu'elle va payer annuellement pour le transit de ses troupes par le chemin de fer. A ce million ajoutons-en trois autres qu'épargne la voie de Suez comparée à celle du Cap et la vie de 5000 soldats, qui périssaient chaque année faute de moyens de transport fréquents, rapides et réguliers, entre l'Inde et la mère-patrie. Quel réveil en faveur de la grande entreprise qui réunira la mer des Indes à l'Océan!

La puissance militaire et commerciale la plus intéressée au progrès maritime s'est laissé détourner trop longtemps de sa voie par un homme qui, dans sa carrière tout entière, n'a dû sa popularité qu'à la manière aveugle dont il a caressé, par une politique jalouse, les mauvais instincts des classes peu éclairées de son pays.

Elle trouve aujourd'hui la plus féconde des solutions, là où l'ambition de la domination exclusive de la mer lui cachait le bienfait. Si, du moins, le sentiment du mal qu'elle s'est fait à elle-même en préparant malignement et vainement la ruine d'une entreprise qui n'a, à ses yeux, contre elle, que d'être une création Française, la portait à réparer cette grande faute!

§ III.

FORMULE DES CONTRATS POSTAUX EN ANGLETERRE. — ROYAL MAIL COMPAGNIE. — COMPAGNIE PÉNINSULAIRE ET ORIENTALE.

Compagnie du Royal-Mail.

Il résulte des documents officiels publiés en 1864 sur les contrats postaux concédés à la Royal-Mail Cy., qu'un concours avait été ouvert par l'Administration des Postes Anglaises entre plusieurs concurrents. C'est à la suite de ce concours que ce contrat fut prolongé, avec la Compagnie du Royal-Mail, pour 6 années, qui ont commencé le 1er janvier 1864.

La subvention, abstraction faite du service du Brésil, est fixée à 4,366,078 fr.

Nous renvoyons à la carte géographique des services postaux du Royal-Mail (pl. 37), où se trouvent indiqués le nombre de voyages mensuels, la distance et la durée du parcours.

Nous résumons seulement les conditions du contrat :

Elles sont inscrites dans une Soumission et dans un Cahier des Charges. La soumission indique la subvention réclamée, le service postal à effectuer, l'amende en cas de retard dans le trajet stipulé au contrat, les cautions présentées pour 875,000 francs, l'obligation de commencer le service au 1er janvier 1864 sous peine d'amende de 2,525 francs par jour, et de soumettre les navires nouveaux qui seraient destinés au service postal au contrôle du Gouvernement, le 15 décembre 1863, sous peine d'amende de 252 fr. 50 par jour de retard.

Le cahier des charges est composé de 39 articles; nous résumerons les principaux.

I. La malle (Mail) comprend les boîtes, les balles ou les paquets de lettres, de journaux, de livres, d'imprimés, vides ou

pleins : en un mot, ce que la poste transporte habituellement.

II. Il est alloué 631 fr. 25 c. de prime pour une abréviation de 12 heures dans la durée du trajet.

III. Une amende de 12,627 fr. sera encourue chaque fois qu'un navire ne sera pas prêt pour le départ. Elle s'accroîtra de 2,525 fr. par jour supplémentaire de retard. Elle sera de 1,262 fr. 50 c. pour 12 heures de retard dans la durée du trajet.

IV. Le Post-master Général règle seul les heures d'arrivée et de départ.

V. Malgré le paiement de l'amende, le Post-master Général peut se pourvoir d'un navire pour remplacer celui de la Compagnie.

VI. Les retards attribuables à des causes de force majeure n'emportent pas d'amende, mais ces causes doivent être acceptées par le Post-master Général.

VII. Pendant toute la durée du contrat, la Compagnie devra tenir en état le nombre de navires que le Post-master aura jugé suffisant pour le service.

VIII. Le Post-master Général pourra exiger que les navires employés au service postal soient construits sur des plans approuvés par l'Amirauté.

IX. Cet article énumère longuement tous les objets que doit contenir le navire pour sa sécurité; les qualités de l'équipage; il exige un médecin à bord donnant gratuitement ses soins à tous, passagers et équipages.

X. L'article 10 stipule une surveillance exercée par les officiers de l'Amirauté et les employés des Postes. Leurs réclamations doivent être immédiatement satisfaites à peine des amendes ci-dessus. Leur surveillance s'étend aussi aux officiers, aux mécaniciens, à l'équipage, aux chauffeurs et à l'approvisionnement.

XI. Si les soumissionnaires veulent se soustraire aux conditions 7, 8, 9 et 10 ci-dessus, en se bornant à spécifier la durée du trajet du transport de la malle, ils indiqueront quelle réduction ils feront dans cette hypothèse sur la subvention, et le Post-master Général pourra consentir cette réduction.

XII. Les changements dans les heures de départ et d'arrivée décidés par le Post-master Général, seront notifiés à la Compagnie trois mois à l'avance.

Le Post-master Général pourra toujours retarder le départ d'un navire de 24 heures.

XIII. Les modifications au service devront être notifiées dans un délai raisonnable. Tout accroissement ou diminution du prix résultant des changements de service, sera réglé d'un commun accord ou par arbitrage,

XIV. La Compagnie procure un local fermé pour y placer la malle.

XV. La Compagnie procure également à bord la place d'une chambre de tri construite aux frais de l'Administration des Postes.

La Compagnie en paye l'éclairage, et procure les hommes de service pour porter les balles.

XVI. Un officier de la Marine Militaire et son domestique, ou un employé de l'Administration des Postes avec son domestique, seront reçus, logés et nourris dans le navire. Ils y sont traités comme passagers de première classe, et leurs domestiques comme passagers d'avant.

XVII. Une embarcation, à quatre rames au moins, est à la disposition de l'employé qui accompagne la malle.

XVIII. Le Post-master Général a le droit de charger le Capitaine du navire du soin des malles et de l'en rendre responsable.

XIX. Aucun transport postal autre que celui de la malle de l'État ne doit être accompli par la Compagnie.

XX. Le personnel de la Compagnie doit être à la disposition de l'employé des postes pour l'embarquement et le débarquement des malles.

XXI. Les divers services qui précèdent ne donnent lieu à aucune rémunération.

XXII. La Compagnie est responsable des sommes d'argent du transport desquelles elle est chargée par l'Administration des Postes.

XXIII. La Compagnie est obligée de recevoir gratuitement à bord, à titre de passagers de première classe, quatre employés civils ou militaires, avec leurs femmes et leurs enfants; à titre de passagers de cabines d'avant, un nombre égal d'employés; et enfin jusqu'à dix matelots, marins ou soldats, avec leurs femmes et leurs enfants, comme passagers de pont.

XXIV. Le prix de passage des autres employés embarqués sur la requisition du Post-master Général, sera payé au taux ordinaire.

XXV et XXVI. Celui des femmes et des enfants sera payé par leurs maris ou pères.

XXVII. Les passagers de pont doivent être préservés de la pluie, du soleil et du mauvais temps.

XXVIII. La Compagnie transportera gratuitement les instruments astronomiques de l'Amirauté.

Quant aux transports du service militaire, ils seront exécutés, jusqu'à dix tonnes, au plus bas prix de frêt des marchandises embarquées, et sous la responsabilité de la Compagnie.

XXIX. Le contrat pourra être dénoncé et de droit éteint sur la notification de chacune des deux parties, deux ans à l'avance.

XXX. Le contrat ne liera les parties qu'après un mois de séjour sur la table de la Chambre des Communes, sans désapprobation; ou bien s'il a été approuvé par une résolution de la Chambre avant ce délai.

L'art. 31 règle les époques de payement.

XXXII. Le gouvernement se réserve, pour le cas d'un besoin public de grande importance, d'acquérir tout ou partie du matériel naval de la Compagnie, ou de l'affréter pour le service de l'État.

L'acquisition ou l'affrètement serait fait à l'amiable ou par arbitrage.

XXXIII. Dans le cas précédent, la Compagnie sera libre de terminer son contrat ou de le continuer dans des conditions acceptées par le Post-master Général.

XXXIV. La Compagnie ne peut disposer de son contrat sans le consentement écrit du Post-master Général.

XXXV. En cas de violation de la condition ci-dessus ou de violation grave ou habituelle des autres clauses, le Post-master Général aura le droit d'annuler le contrat sans notification et sans compensation.

XXXVI. Conformément aux dispositions de l'acte 22, George III, chapitre 45, aucun membre de la Chambre des Communes ne doit être intéressé directement dans le contrat.

XXXVII. Un cautionnement ou garantie de 883,750 fr. est exigé de la Compagnie comme sûreté des dommages et amendes recouvrables.

XXXVIII. Toute difficulté sur l'exécution du présent contrat sera réglée par arbitre à la manière ordinaire.

XXXIX. Le Post-master Général ne s'oblige ni à accepter la soumission la plus basse, ni même à en accepter aucune.

Le dépôt de ce cahier des charges fut suivi d'un *memorandum* adressé par la Compagnie du Royal Mail au Post-master Général.

Cette Compagnie y rappelait que, lorsqu'elle avait commencé le service, une vitesse de 8 nœuds lui était demandée, qu'elle a

porté cette vitesse à 9 nœuds, puis à 10 nœuds, puis enfin à 10ⁿ1/2, dépassant ainsi les navires de toute autre Compagnie sur l'Atlantique; que, sollicitée par le Gouvernement d'augmenter la vitesse, elle venait de construire trois navires, *le Paramatta*, *la Seine et le Shannon*, pour l'énorme somme de 10,070,000 fr.

Elle devait espérer que les garanties de vitesse que seule elle pouvait offrir lui vaudraient l'intérêt du Gouvernement, sans lequel elle n'aurait pas fait de si grands sacrifices.

Elle termine en rappelant que son offre constitue, pour le Gouvernement, une économie annuelle de 1,477,125 fr.

Il convient de dire que les deux concurrents de la Compagnie offrirent des conditions de prix très-supérieures pour une vitesse moindre.

Compagnie Péninsulaire et Orientale.

Les divers contrats postaux de la Compagnie Péninsulaire et Orientale ont été conclus : le premier en 1837, à la suite de deux concours; le second en 1840, également par voie de concours; celui de l'Inde et de la Chine, en 1844, par voie de négociations directes. En 1848, à l'expiration du contrat n° 2, le concours ouvert fut très-ardent et amena une grande réduction de prix. Il en fut de même, en 1852, à l'expiration du contrat n° 3.

En 1854, le contrat du service supplémentaire d'Aden à Bombay fut négocié directement, mais à un prix très-réduit : Enfin, en 1859, le contrat pour le service Australien, qui avait été l'objet de deux concours, en 1856 et en 1857, fut renouvelé à la suite d'un troisième concours.

Dans ces diverses circonstances, la Compagnie Péninsulaire et Orientale l'emporta sur ses concurrents, tant par une réduction de prix que par une augmentation de vitesse.

L'ensemble de ces contrats n'a été publié qu'en 1865.

Nous nous bornerons à résumer les clauses qui diffèrent de celles que nous avons analysées dans les pages précédentes.

Dans les conventions faites en 1853 et 1854, les parties sont la Compagnie d'une part, et de l'autre les Commissaires du Lord Grand-Amiral du Royaume, tandis que, dans les années suivantes, les contrats furent passés entre la Compagnie et le Post-Master Général.

L'une des clauses oblige les navires à être disposés pour porter de l'artillerie. Le nombre des canons et leur calibre sont indiqués dans le contrat. Cette clause disparaît des contrats, à partir de l'année 1861.

Art. 4. Les navires dont la vitesse moyenne en service sera de 10 nœuds, devront atteindre, aux essais, 12 nœuds à pleine charge, et sans l'aide des voiles. Ceux dont la vitesse moyenne doit être de 8ⁿ 1/2, devront atteindre, aux essais, 10ⁿ 1/2 dans les mêmes conditions.

Art. 10. L'employé des Postes pourra autoriser un changement de direction dans la route, si l'état de la mer l'exige.

Art. 11. La Compagnie s'oblige à exécuter, pendant la durée de son contrat, toutes les améliorations dans la construction, l'armement et les machines que le progrès de la science pourra suggérer. L'Amirauté pourra, au besoin, l'y obliger en les lui indiquant, et lui accorder, s'il y a lieu, une compensation aux dépenses encourues pour ces améliorations.

Art. 20. Dans le cas où la Compagnie ne donnerait pas satisfaction aux employés du Gouvernement dans leurs réclamations sur l'exécution des clauses du contrat, elle encourra une amende de 5,050 fr.

Art. 21 Si l'Amirauté considère qu'un navire laisse à désirer dans ses conditions de navigabilité, et que la Compagnie s'en serve dans cet état, l'amende sera de 12,625 fr.

Les articles suivants déterminent les dispositions à prendre pour le transport du matériel de guerre. des militaires, de leurs bagages; les rations à bord, les logements et la catégorie de passagers auxquels ils sont assimilés.

Le prix de passage des officiers et militaires est fixé au tiers de celui des passagers de même classe.

ART. 33. Le prix de passage des familles des officiers n'excédera pas les deux tiers du tarif des passagers.

ART. 39. Les éventualités suivantes sont dévolues à un arbitrage dans la forme ordinaire : le changement de port de départ, l'acquisition des navires de la Compagnie, l'arrêt de la malle en Egypte, les questions de quarantaine.

C'est sous l'empire de ces contrats que la Compagnie péninsulaire et orientale a accompli le service indiqué dans le tableau suivant.

Celui qui le suit donne le détail de la subvention qui lui a été payée.

NOMBRE DE VOYAGES EN 1863 ET 1864, SOUS LE RÉGIME DES CONTRATS MENTIONNÉS CI-DESSUS.

SERVICES	Nombre de voyages simples		Distance moyenne en milles marins		Vitesse moyenne par heure en milles marins	
	1863	1864	1863	1864	1863	1864
Southampton à Alexandrie	96	95	285.600	282.625	10 1/4	10
Marseille à Alexandrie	96	96	140.640	140.640	10 1/4	10 1/2
Suez à Bombay	48	48	142.656	142.656	9 1/2	9
Suez à Calcutta	48	48	228.336	228.336	10 »	9 1/2
Pointe de Galle à Sydney	24	24	126.456	126.456	9 1/2	10
Bombay à Hong-Kong	48	48	189.216	189.216	8 1/2	8 1/2
Hong-Kong à Shangaï	48	48	38.400	38.400	7 3/4	8
Suez à Maurice	24	24	89.340	89.340	8 3/4	8
	432	431	1.240.640	1.237.659		

ÉTAT DES SUBVENTIONS PAYÉES EN 1863 ET 1864, SOUS LE RÉGIME DES CONTRATS CI-DESSUS POUR LE TRANSPORT DE LA MALLE ENTRE L'ANGLETERRE, L'INDE, CEYLAN, MAURICE, LA CHINE ET L'AUSTRALIE PAR ALEXANDRIE, Y COMPRIS LA PART PAYÉE PAR LES GOUVERNEMENTS LOCAUX.

SERVICES	Subventions 1863	Subventions 1864	Déductions 1863	Déductions 1864	Sommes payées 1863	Sommes payées 1864
Angleterre, Marseille, Alexandrie, Ceylan, Calcutta, Hong-Kong. . . .	147124,1 18 s.	147,1241. 18 s.	15000 l. (1)	15000 l. (1)	147,124 l. 18 s.	147,1241. 18 s
Aden, Bombay. . .	22.000	22.000			22.000	22.000
Extra services: Indes.....	21.000	21.000			21.000	21.000
Extra services: Southampton, Alexandrie.....	20.500	20.500			20.500	20.500
Extra services: Bombay et Chine.....	24.000	24.000			24.000	24.000
Pointe de Galle, Sydney.	134.672	30 juin 30.000	400 (2)		134.672	135.372(3)
Suez, Aden, Maurice	30.000	134.672 from 30 juin 36.000			30.000	33.000
	399.296	402.296			399.296	402.996

La subvention de 10,180,000 fr. (402,996 liv. ster.), rapprochée du parcours total, en 1864, 1,237,669 milles marins, donne une moyenne de 8 fr. 20 par mille marin.

(1) Cette somme a été déduite par suite de l'abandon, par l'État, de la clause stipulant une réduction de prix pour ses passagers.
(2) Excédant des pénalités sur les primes.
(3) Y compris 700 l. s. de prime.

§ IV.

NOUVELLES ÉTUDES DU GOUVERNEMENT ANGLAIS, POUR ÉTENDRE ET AMÉLIORER LE SERVICE POSTAL TRANS-ATLANTIQUE.

Le document le plus récent et le plus intéressant sur les examens préparatoires auxquels donnent lieu les services postaux en Angleterre, est un rapport du 20 juillet 1866 sur les communications postales et télégraphiques avec les Indes Orientales et la Chine.

Ce rapport présente d'abord la statistique des relations commerciales, et il conclut que l'importance des affaires avec les contrées intéressées dans la fréquence et la rapidité des communications, est de plus du quart, en valeur, de la totalité du mouvement d'importation et d'exportation du Royaume.

Il indique les contrats postaux existants avec la Compagnie péninsulaire et orientale.

« 1° Pour les malles de l'Inde et de la Chine, le contrat est du 1er janvier 1853. Il peut être dénoncé par les parties à un an d'intervalle. 24 voyages par an entre l'Angleterre, Alexandrie, Suez, Calcutta et Hong-Kong. Navires de 1,100 tonneaux de charge au moins, et de 10 nœuds de vitesse moyenne minimum.

Subvention : 4,093,656 fr. 25 c.

« 2° de Bombay à Aden, contrat du 7 juillet 1854, pouvant être dénoncé à un an d'intervalle. 24 voyages annuels ; navires de 600 tonneaux ; vitesse, 10 nœuds.

Subvention : 623,675 fr.

« 3° Services additionnels sur la Chine, et un service de quinzaine sur le Japon.

Subvention : 1,653,875 fr.

« Australie, contrat du 17 mai 1865.

Pointe de Galle, Melbourne et Sydney.

Subventions	3 030 000 fr.	pour 12	voyages par an
	3 282 500	pour 13	d°
	4 292 500	pour 24	d°
	4 545 000	pour 24	d°

Ce contrat peut être dénoncé à deux ans d'intervalle.

« 5° Entre Maurice et Suez, contrat du 16 avril 1861, 12 voyages par an, navires de 850 tonneaux.

Subvention : 757,500 fr.

La Compagnie a dénoncé ce contrat et cessé ce service en juin 1866.

« 6° Le 27 février 1866, par une nouvelle Convention, l'Administration des Postes abandonne la clause qui fixait la vitesse à 10 nœuds, reprend celle des heures de traversée indiquées aux contrats primitifs qui réduisent cette vitesse à 9n5 en ligne directe, et y ajoute un système de primes et d'amendes qui intéresse la Compagnie à dépasser la vitesse de 10 nœuds.

« Le matériel naval de la Compagnie, comprenant 57 steamers, 84,176 tonneaux et 19,230 chevaux de force, accomplit le service d'une manière satisfaisante. Aucune malle n'a été jusqu'à ce jour perdue.

« Ce n'est donc pas le service, c'est sa direction, son défaut de fréquence, et la vitesse stipulée aux contrats qui ne sont plus en rapport avec les nécessités du commerce.

« Au lieu de diviser le service entre Bombay et Calcutta, il faut le concentrer sur le premier de ces ports. Y faire un service de huitaine à la vitesse de 11 nœuds entre Marseille et Alexandrie, et de 10 nœuds entre Suez et Bombay, avec addi-

tion de prix pour chaque fraction d'un demi-mille de vitesse additionnelle.

« Que ce service soit distinct de tout autre et considéré comme *express*.

« Que les offres puissent être distinctes au besoin pour les deux mers.

« La malle serait transportée de Bombay à Calcutta par le chemin de fer.

« Que, pour donner aux concurrents les moyens de construire de nouveaux navires mieux adaptés au service ou d'améliorer les navires actuels, il soit donné au contrat une durée fixe, au terme de laquelle il pourra être dénoncé à deux ans de délai par les parties.

« Qu'en conséquence de la séparation proposée dans le service des Indes, il soit pris des mesures nécessaires pour maintenir avec la Chine un service bi-mensuel, et mensuel avec l'Australie, en s'aidant du service mensuel accompli par la Compagnie Française des Messageries impériales entre Marseille et la Chine.

Le comité ne se dissimule pas que l'accroissement de vitesse va nécessiter la construction de navires d'un fort tonnage.

Il recommande l'examen de la direction sur Suez par les ports de l'Italie, d'après un rapport fort intéressant du capitaine Tyler, qui constate que, dès à présent, le port de Brindisi pourrait être préféré à Marseille pour la malle de l'Inde, ce qui gagnerait 39 heures.

Enfin, le comité attaque, avec autant de vigueur que de raison, le principe même de certains actes de l'Administration des Postes.

Il blâme la mesure proposée par cette Administration d'augmenter la taxe des lettres dans le rapport de 6 à 10, pour cou-

vrir les dépenses d'un accroissement de vitesse de marche et du nombre de trajets sur Bombay.

« Le Comité ne peut donner son assentiment à une doctrine dans laquelle les intérêts politiques, sociaux et commerciaux, qui lient la métropole à ses possessions les plus précieuses et les plus étendues, sont mis à la merci de calculs purement fiscaux, se résumant dans une différence entre le prix de transport et le revenu direct de la poste. Une simple question de profits et pertes n'a pas de poids en face du besoin de desservir largement les communications postales entre l'Angleterre et l'Inde. Il rappelle que c'est par la certitude que la fréquence et la rapidité du service postal devaient contribuer en première ligne aux progrès de la richesse et de l'industrie des Indes, qu'ont été guidés tous les hommes d'État dans la voie des sacrifices fiscaux (fiscal sacrifices) pour atteindre le but.

« Il n'est pas douteux, a dit sir Charles Wood, que l'accroissement continu des moyens de relations postales est l'élément nécessaire du développement des relations commerciales, l'encouragement aux capitaux Anglais à se porter sur les opérations agricoles et industrielles de l'Orient, l'encouragement surtout donné aux classes moyennes, si énergiques et si laborienses, de fonder des établissements qui donnent à la production territoriale l'élan le plus fécond; qu'enfin, toutes ces sources de travail et de richesse, ouvertes par des relations faciles, fréquentes et rapides, sont encore plus nécessaires à la prospérité de l'Angleterre qu'à celle des colonies. »

Le comité termine en déclarant que la Métropole doit entrer pour la plus forte part dans les frais du service postal transatlantique sur les colonies des Indes, et que celles-ci ne peuvent être grevées des frais du service sur la Chine et le Japon.

Ces dernières considérations sont pleines de vérités fécondes. Au premier coup d'œil, la conclusion en semble égoïste, mais

on reconnaît bien vite qu'ici l'Europe donne l'impulsion et la vie, le capital et l'activité. Elle imagine et crée toutes les combinaisons qui servent à puiser dans les Colonies des éléments de travail et de production. Il est donc bien légitime que sa part soit la plus forte dans la richesse qu'elle doit à sa puissance de pensée et d'argent.

Les travaux des Comités Parlementaires Anglais ne sont pas les seuls qui émanent du Gouvernement de ce pays, en ce qui concerne l'extension des services transatlantiques.

Un document récent de l'Amirauté Anglaise donne des détails ntéressants sur les essais qui ont eu lieu à Woolwich, des houilles provenant de gîtes étendus, à Nelson, Nouvelle-Zélande : essais qui classent ce charbon à un très-bon rang parmi ceux de l'Angleterre. On considère l'exploitation de ce gîte comme un immense bienfait pour les Colonies Anglaises Australiennes.

La Nouvelle-Galle du Sud contient aussi des gîtes fort importants, particulièrement à Newcastle et la navigation à vapeur en a fait déjà un grand usage ; mais les houilles de la Nouvelle-Zélande aideront puissamment les services postaux récemment subventionnés entre Panama et l'Australie.

Le premier steamer à hélice, le *Kaikoura*, a parcouru, sans arrêt, de Wellington à Panama, 6,653 milles marins, avec 950 tonneaux de charbon, ou 36 tonnes par 24 heures, à la vitesse de $10^{nds}\ ^{7}/_{12e}$ par heure.

Ce résultat est considéré comme assez avantageux pour assurer l'avenir de cette ligne.

Le trajet direct de Panama à Wellington peut être facilement divisé, au moyen d'un dépôt de houille à Huaheine, qui est à 4,562 milles de Panama. De Huaheine à Wellington, la distance est de 2,320 milles, et de Wellington à Sydney 1,246 milles, par le détroit de Cook.

Par la route du Grand-Cercle, la distance de Panama à Tahiti, est de 4,488 milles, et de Tahiti à la baie des Iles (au nord de la Nouvelle-Zélande) 2,200 milles.

De cette baie à Sydney, 1,157 milles.

Enfin le Gouvernement des États-Unis d'Amérique a subventionné un service régulier entre San-Francisco et Hong-Kong par le Japon. Ce service commencera au 1er janvier 1867 et mettra les Colonies Anglaises de l'Ile Vancouver et de Colombie en communication directe et rapide avec la Chine.

§ V.

SUBVENTIONS PAYÉES PAR LE GOUVERNEMENT FRANÇAIS POUR LES SERVICES POSTAUX MARITIMES.

(Extrait du budget).

DÉSIGNATION des SERVICES ET DES DÉPENSES	Crédits demandés pour l'exercice 1867.	Crédits accordés pour l'exercice 1866	Différences à l'exercice 1867 En moins	EXPLICATION des DIFFÉRENCES
CHAPITRE LXVII (subventions)				CHAPITRE LXVII (subventions).
ART. 1er. Subvention à la Compagnie concessionnaire du transport des dépêches entre le Continent et la Corse, loi du 10 juillet 1850.	640.000	640.000	»	Différence en moins 100.000 fr.
ART. 2. Subvention à la Compagnie concessionnaire du service postal dans la Méditerranée (loi du 8 juillet 1851, et décret Impérial du 6 juin 1857). Compagnie des Messageries Impériales.	3.894.437	3.994.437	100.000 (1)	(1) Décroissance annuelle de la subvention allouée pour le service postal dans la Méditerranée et la mer Noire.
ART. 3. Du transport des dépêches entre Calais et Douvres. (Décret Impérial du 2 février 1855.)	190.000	190.000	»	
ART. 4. Du service des paquebots transatlantiques, ligne du Brésil. (Loi du 17 juin 1857.) Compagnie des Messageries Impériales	2.306.273	2.306.273	»	
ART. 5. Ligne de New York et des Antilles (loi du 3 juillet 1861), Compagnie générale transatlantique	9.300.000	9.300.000	»	
ART. 6. Du service postal de l'Indo-Chine. (Loi du 3 juillet 1861.) Compagnie des Messageries Impériales. . .	7.756.682	7.756.682	»	
TOTAUX. . . .	24.087.392	21.187.392	100.000	

ÉTAT DES SOMMES PAYÉES PAR LE GOUVERNEMENT ANGLAIS POUR LE TRANSPORT DE LA MALLE, AUX DIVERSES COMPAGNIES DE TRANSPORTS MARITIMES, EN EXÉCUTION DES CONTRATS PASSÉS AVEC L'AMIRAUTÉ OU L'ADMINISTRATION DES POSTES, DE 1854 A 1863.

ANNÉES	SOMMES PAYÉES
1854	775,018 l.s.
1855	743,746
1856	759,397
1857	826,697
1858	935,883
1859	948,038
1860	869,952
1861	940,657
1862	821,067
1863	837,655

FIN

TABLE DES MATIÈRES

TOME PREMIER

CHAPITRE PREMIER

Origine, objet et intérêt de ce livre.

La France est entrée récemment dans les entreprises de navigation à vapeur transocéanienne. Les connaissances techniques qu'exigent ces opérations acquièrent plus d'opportunité. — Les notions essentielles de construction et de conduite des navires à vapeur transocéaniens ont pour base la connaissance de l'agitation de la mer, de ses causes et de ses effets. L'intérêt qui s'attache à ces questions est de même nature, il est aussi général que celui qui a porté si loin le développement des chemins, des routes, des voies navigables et enfin des chemins de fer 1

CHAPITRE II

Sécurité de la navigation; importance de cet intérêt.

Recherche des conditions de sécurité de la navigation. Lois, limites et effets de l'agitation de la mer. Influence des marées, des courants et du vent. Théories des ondes, des marées, de la stabilité des corps flot-

tants. — Conditions théoriques et pratiques de résistance d'un navire à l'agitation de la mer; formes, matériaux de construction, rigidité. Sécurité puisée dans l'observation des règles de la science. Conséquences. Économie sur la dépréciation du matériel naval, sur les assurances. Réduction du frêt et du prix des voyages. Extension de la colonisation..... 9

CHAPITRE III

Forme générale d'agitation de l'eau ; ondulation.

Mouvement apparent de l'ondulation. Mouvement moléculaire, sa direction, sa profondeur, sa vitesse, sa durée. Influence de la profondeur de la mer sur les dimensions de l'ondulation et sur sa vitesse de propagation. Théories de Newton, Lagrange, Laplace, Poisson, Cauchy, Airy. Études récentes de Froude et de Macquorn Rankine. Conclusion..... 18

CHAPITRE IV

Agitation de la mer. — Causes générales.

Mouvement dû aux attractions lunaire et solaire, aux mouvements de rotation de la terre, aux différences de densité résultant des différences de température et de salure des eaux. Mouvement dû aux courants, aux vents..... 53

CHAPITRE V

Agitation de la mer (suite). — Marées.

Théorie de Newton, interprétée par Laplace, Lagrange et Airy, exposée par Herschell. — Influence du mouvement de rotation de la terre. Interprétation, par Boucheporn, des idées de Newton. Mode de propagation du mouvement des marées. Implique-t-il l'existence d'un flot de translation? Ajoute-t-il au mouvement vertical moléculaire de l'eau un mouvement horizontal? Les faits et le raisonnement démontrent qu'en mer libre il n'existe pas de vague ou d'ondulation dont la vitesse de propagation soit modifiée par un mouvement de translation des eaux dû aux marées..... 59

CHAPITRE VI

Agitation de la mer (suite). — Courants.

Causes des courants. Marées. Différences de température. Vents. Leur vitesse. Courants superficiels. Courants de fond..... 104

CHAPITRE VII

Agitation de la mer (suite). — Vents.

Composition de l'air, effets de la température sur sa densité ; causes générales du vent ; régime nécessaire et régulier ; retour continu des mêmes effets, suivant la répartition de la chaleur solaire. Caractère essentiellement temporaire et local des perturbations de l'atmosphère. Pression du vent sur la mer. Formation des vagues. Instructions d'Arago pour en observer les hauteurs. Description de l'agitation de la mer et de la hauteur des ondulations. Scoresby, Herschell, Airy, Brémontier, Duleau, Virla. Nécessité d'observations plus complètes. 108

CHAPITRE VIII

Le navire. — Stabilité.

Détermination des conditions d'équilibre d'un navire considéré comme corps flottant. Relations des volumes, des poids et de la forme. Influence de l'immersion et de l'émersion sur la stabilité. Stabilité de forme ; stabilité de poids ; moyens d'obtenir le maximum ou le minimum de stabilité. Terme moyen conciliable avec la douceur du roulis et du tangage. Oscillations. Causes de leur durée et de leur amplitude. La situation géométrique et relative des volumes et des poids domine et est le meilleur guide dans la recherche des effets à obtenir. Résumé des études géométriques qu'exige la construction d'un navire. 132

CHAPITRE IX

Le navire. — Résistance à la marche. — Lignes d'eau.

Études de Bourgois sur la résistance au mouvement des navires. Décomposition des coefficients qui expriment cette résistance ; part de

l'empirisme et des lois du mouvement dans ces calculs. Études des ingénieurs et constructeurs anglais, Bourne, Scott Russell, Macquorn Rankine. Formules et procédés pour le tracé des lignes d'eau des navires. Nature des courbes qu'affectent ces lignes. Proportions entre l'avant et l'arrière des navires. Accord des ingénieurs et des constructeurs anglais sur l'ensemble de ces vues et de ces procédés. Opinion de Dupuy de Lôme sur les résistances diverses qu'oppose l'eau aux navires en marche..... 164

CHAPITRE X

Le navire (suite). — Force motrice.

Procédé suivi pour la détermination de la force motrice, par Dupuy de Lôme. Comparaison des éléments analogues des navires entre eux. Formule du calcul de la puissance des machines. Éléments de cette puissance, faculté de production de vapeur ; rendement des appareils générateurs. La surface de chauffe considérée dans les appareils semblables comme mesure de la puissance des machines. Vapeur produite aux essais et en service régulier. Mesure de la production de la vapeur sensible. Foyers et combustible. Causes qui vicient la combustion et expliquent la faiblesse du rendement des appareils moteurs en puissance mécanique..... 219

CHAPITRE XI

Le navire (suite). — Appareils moteurs.

Comparaison des moteurs, roues, hélices. Avantages et inconvénients de chacun. Motifs de la préférence accordée à l'hélice au point de vue commercial. Progrès des dimensions des navires transocéaniens, motifs. Douceur des mouvements des grands navires à la mer. Régularité et vitesse de leur marche. Raisons d'accroissement prises dans l'état actuel des moteurs. Moyens d'allégement pris dans l'amélioration de ceux-ci. Meilleure combustion, meilleur emploi de la vapeur, surchauffeur, élévation de la pression recherchée par tous les moyens possibles, condenseur à surfaces. Choix du moteur le plus léger, le plus simple et le moins encombrant. Moteurs spéciaux aux roues et aux hélices. Conditions du meilleur emploi des roues et de l'hélice. La coque et le moteur considérés au point de vue du tirant d'eau des ports de commerce. Nécessité d'assurer en tout temps une profondeur de 8 mètres au minimum dans les passes. Importance de cet intérêt. 276

CHAPITRE XII

Le Navire. — Construction.

Comparaison de la construction en bois et en fer. Avantages et inconvénients quant à l'emploi des matériaux, à leur résistance, à leur destructibilité et à leur durée, au point de vue économique. De quelques-unes des règles principales de la construction des navires en fer, améliorations à espérer. Données statistiques sur l'emploi comparatif du fer et du bois dans les constructions navales 344

CHAPITRE XIII

Le navire (suite), **— Assurances contre les risques de mer.**

Étude du nombre comparatif des sinistres subis par les navires à voiles et à vapeur. — Statistique des naufrages dans la marine transatlantique. — Avantages des grandes compagnies de navigation transocéanienne à être leurs propres assureurs. — Phares et feux ; leur influence sur la sécurité de la navigation..... 373

CHAPITRE XIV

Le navire (suite). **— Du vent considéré comme moteur associé au moteur à vapeur.**

Relation des deux moteurs. Conditions de l'usage de la voile sur les navires à roues et sur les navires à hélice. Supériorité de ceux-ci pour utiliser le vent. Vitesse et pression du vent. La navigation transocéanienne à vapeur doit utiliser le vent à des vitesses et à des pressions considérables ; son gréement et ses voiles doivent être établis pour supporter des efforts supérieurs à ceux auxquels doit résister le gréement des navires à voiles. Surface de voilure de divers navires à roues et à hélice..... 382

CHAPITRE XV

Le navire. — Circonstances de navigation. — Aménagements. — Dangers.

Causes de déformation et de destruction des coques en bois et en fer, par l'agitation de la mer. Nature des accidents auxquels les installa-

tions du pont sont exposées dans les divers systèmes à spardeck et à roof. Nécessité de construire les capots d'écoutille et les claires-voies aussi solidement que le pont lui-même. Fatigues du gréement. Perte des voiles. Accidents à la machine. Nécessité d'un vaigrage intérieur, étanche et résistant, dans la chambre de la machine. Perte du gouvernail. Erreurs de compas, collisions, rencontre des glaces, échouages, incendie, avantage des cloisons étanches comme moyen de sécurité le plus efficace. Embarcations. Contrôle de la construction des navires et des opérations d'armement au point de vue technique. Quelques particularités du naufrage du *London*..... .. 398

CHAPITRE XVI

Le navire. — La lutte.

Mauvais temps annoncé par la baisse du baromètre. Préparatifs pour le recevoir. Agitation de la mer. Synchronisme des ondulations de la mer et des oscillations du navire dans le roulis, effet des immersions profondes ; elles rétablissent l'équilibre de position. Tangage, coups de mer, enlèvement des claires-voies d'avant. Sautes de vent, ouragan, mer démontée, fatigue du navire. Précautions contre les avaries, ralentissement dans la marche, changement de direction. Le navire sort du rayon d'agitation sans dommage essentiel ; il n'a perdu aucune de ses conditions de navigabilité..... 424

FIN DE LA TABLE DU TOME PREMIER

TABLE DES MATIÈRES

TOME SECOND

CHAPITRE XVII

État actuel de la navigation transocéanienne à vapeur.

Des entreprises de navigation postale transocéannienne considérées comme service public. Des contrats passés entre l'État et l'industrie privée qui constituent ce service; de leurs résultats; de leur caractère; de leur avenir. Résumé de leurs principales dispositions. Distances à parcourir sans arrêts, Australie, Indes, Pacifique, Brésil, Antilles, Amérique du nord. Vitesse actuelle de marche. Des rapports qui se sont établis entre la vitesse de marche et les dimensions des navires, la puissance des moteurs et le port en charbon. Intérêt permanent à obtenir la plus grande vitesse possible; il n'est plus puissant entre l'Europe et les États-Unis que parce qu'il est l'expression des rapports entre les deux civilisations les plus avancées. Périodes d'accroissement de la vitesse depuis l'origine des communications régulières à vapeur transatlantiques (1841). Succès de la compagnie Cunard dans cette voie. Des diverses catégories de transport transatlantique. Différents types de navires qui s'adaptent à ces transports. Passagers de cabine; passagers de salle, (steerage). Émigrants. Marchandises de valeur. Effets des subventions sur la rapidité de la marche des navires et sur leurs dimensions; ils ont devancé les efforts de la concurrence. Résultats obtenus par la compagnie du

Royal-Mail. Rôles des navires à roues et des navires à hélice dans les communications transatlantiques. L'avenir semble appartenir aux derniers. Données statistiques sur la houille, considérée comme le combustible exclusivement employé dans la navigation à vapeur transocéanienne..... 1

CHAPITRE XVIII

Services postaux transocéaniens

Services postaux transocéaniens: Prix et revenu du transport de la poste, en Angleterre, en France, aux États-Unis. Ensemble des entreprises de ce genre. Conditions principales de vitesse et de fréquence; influence de ces conditions sur le prix de transport; avantages des contrats d'une certaine durée pour les intérêts publics. Comparaison des divers services; prix du transport des passagers sur les diverses lignes postales. Mode légal de concession des services postaux..... 62

CHAPITRE XIX

Compagnie du Royal-Mail.

(BRAZIL AND WEST-INDIA, ROYAL-MAIL STEAM PACKET COMPANY.)

Ensemble du service postal et des distances parcourues annuellement par les navires de la Compagnie. Vitesse de marche. Subvention. Matériel naval, perte, dépréciation, transformation de ce matériel. Aménagements de ses navires. Établissements à Southampton et à Saint-Thomas. Capital de la Compagnie, recettes, dépenses, compte d'assurances, bénéfice de ce compte. Compte de réparation et de renouvellement du matériel. Amortissement, réserve, dépenses d'exploitation annuelles, par voyage, par mille. Valeur actuelle de l'actif de la Compagnie. Motifs pour espérer la continuation de sa prospérité..... 79

CHAPITRE XX

Compagnie Cunard.

BRITISH AND NORTH AMERICAN ROYAL-MAIL STEAM PACKET COMPANY.

Service postal. Distances à franchir. Matériel naval; progrès de la vitesse. Transformation successive du matériel en bois et à roues. Préférence exclusive pour les navires à roues jusqu'en 1863. Supériorité récente de l'hélice. Revenu du service postal. Subventions successives avec accroissement de vitesse. Durée du traité. Concurrence présumable à l'expiration du traité. État officiel du matériel naval de la Compagnie..... 109

CHAPITRE XXI

Compagnie péninsulaire et orientale.

Services postaux dans l'Inde. Vitesse de marche. Matériel naval. Emploi exclusif des navires à hélice, à coque en fer, dans les mers des Indes. Motifs de la préférence donnée à l'hélice sur les roues. Améliorations réalisées par la Compagnie. Le *Mooltan*. Recettes, dépenses, revenu. Récentes discussions sur les perfectionnements introduits dans le matériel naval..... 126

CHAPITRE XXII

Compagnies diverses de navigation transocéanienne ; transport des émigrants.

Ressources des entreprises de navigation transocéanienne sans subvention. Émigrants ; marchandises ; importance du transport des émigrants : Motifs de la diminution progressive de la part des navires à voiles dans ces transports. Type de navires à vapeur à émigrants. Progrès dans ce genre de construction. Compagnie Inman ; autres Compagnies de navigation. Dimensions et nombre de traversées transatlantiques accomplies dans une année par ces navires. Dimensions du matériel naval des principales entreprises de navigation transatlantique..... 148

CHAPITRE XXIII

Services postaux transocéaniens Français.

Services postaux concédés aux Compagnies Françaises, Compagnie générale transatlantique. Compagnie des Messageries Impériales, matériel naval. Vitesse. Subvention..... 179

CHAPITRE XXIV

Histoire du *Great Eastern*.

But des constructeurs. Le *Great Eastern* considéré au point de vue commercial et technique. Causes d'insuccès. Calculs généraux et mérites particuliers de sa construction. Excès de stabilité, violence du roulis qui en est la conséquence; remède. Vitesse de marche du *Great-Eastern*. Consommation de combustible comparée avec le volume utile transporté. Avaries éprouvées dans le dernier voyage sur New-York. Résumé sur la tentative de Brunet. Succès du *Great-Eastern* dans sa dernière navigation..... 215

NOTE PREMIÈRE

Mouvement moléculaire de l'eau dans l'ondulation. *Mémoire* de VIRLA. 283

NOTE DEUXIÈME

Des Cyclones..... 299

NOTE TROISIÈME

Projet du vaisseau *le Napoléon*, par M. DUPUY DE LOME. Essai et calculs. 303

NOTE QUATRIÈME

Calcul de la vitesse *du Warrior* PAR MACQUORN RANKINE..... 396

NOTE CINQUIÈME

Roulis et tangage des navires de la marine militaire..... 393

APPENDICE

§ 1. Modifications au matériel naval des compagnies transatlantiques anglaises pendant 1865, et pendant les premiers mois de 1866..... 433

§ 2. Étude de l'Amirauté Anglaise relative à l'établissement d'une ligne de transport de militaires, entre l'Angleterre et l'Inde..... 426

§ 3. Formule des contrats pos:aux en Angleterre (Royal-Mail company, Compagnie Péninsulaire et Orientale)..... 434

§ 4. Nouvelles études du Gouvernement Anglais, pour étendre et améliorer le service postal transatlantique..... 443

§ 5. Subventions payées par les Gouvrnements Anglais et Français, pour les services postaux maritimes..... 449

FIN DE LA TABLE DU TOME SECOND.

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AU TOME SECOND

NUMÉROS des PLANCHES	DÉSIGNATION	NUMÉROS des CHAPITRES	RÉFÉRENCE des pages du TEXTE
	MOUVEMENT MOLÉCULAIRE DE L'EAU DANS L'AGITATION ONDULATOIRE.		
34	Mouvement moléculaire de l'eau..... (Mémoire de Virla.)	Note première	283 à 298
	Rappel des planches 1, 2 et 2 *bis* sur le même sujet.		
	AMÉNAGEMENTS		
17	*Napoléon III*, paquebot transatlantique français.....	CH. XXIII	180 à 191
18	*Napoléon III*, paquebot transatlantique français.....	d°	d°
19	*Napoléon III*, paquebot transatlantique français.....	d°	d°
21	*Atrato, Shannon, Seine*, paquebots transatlantiques anglais.....	XIX	79 à 108
22	*Persia, Scotia*, paquebots transatlantiques anglais.....	XX	109 à 125
23	*Persia, Scotia*, paquebots transatlantiques anglais.....	d°	d°
24	*Péreire*, paquebot transatlantique français...	XXXIII	180 à 191
25	d° d° d° d°	d°	d°
26	*Delta*, paquebot transatlantique anglais.....	XXI	126 à 147
	VOILURE, GRÉEMENT.		
25 *bis*	*Péreire*, paquebot transatlantique français...	XXIII	180 à 190
12	*Napoléon III*, d° d° d°	d°	d°
30	Gréement proposé par le capitaine COLE.....	»	»
27	*Constitution*, paquebot transatlantique américain.....	XVII	56-57
35	Courbe de voilure, vaisseau *le Napoléon*.....	Note troisième	303 à 395